



Miljø- og
Fødevareministeriet
Miljøstyrelsen

Kortlægning og risikovurdering af VOC i PUR- skumprodukter

Kortlægning af kemiske
stoffer i forbrugerpro-
dukter Nr. 182

September 2020

Udgiver: Miljøstyrelsen

Redaktion:

Pia Brunn Poulsen, FORCE Technology

ISBN: 978-87-7038-229-8

Miljøstyrelsen offentliggør rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren, som er finansieret af Miljøstyrelsen. 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	7
Sammenfatning og konklusion	8
Summary and conclusions	13
Forkortelser	18
1. Indledning	19
1.1 Baggrund	19
1.2 Formål	19
1.3 Afgrænsning	20
2. Polyurethan (PUR)	21
2.1 Hvad er PUR?	21
2.2 Forskellige typer af PUR-skum	21
2.3 Additiver anvendt i PUR-skum	23
2.4 Lugtgener fra PUR-skum	23
3. Lovgivning	24
3.1 Ftalater i småbørnsartikler	25
3.1.1 REACH Annex XVII (EU)	25
3.1.2 Dansk lovgivning for ftalater i småbørnsartikler (DK)	26
3.2 Flamme hæmmere (EU)	26
3.2.1 POP-forordningen (EU)	26
3.2.2 REACH Annex XVII (EU)	26
3.3 Produktsikkerhedslovgivningen (DK)	27
4. Certificeringsordninger for PUR-skum	28
4.1 Generelt om CertiPUR-US og CertiPUR	28
4.1.1 CertiPUR-US	29
4.1.1.1 Krav til prøvetagning og klimakammertest	29
4.1.2 CertiPUR (EuroPUR)	30
4.1.2.1 Krav til prøvetagning og klimakammertest	30
4.1.3 TÜV Rheinland	31
4.2 Oversigt over krav til indhold og afgang af kemiske stoffer	32
4.3 Diskussion og sammenligning af krav	36
5. Kortlægning – metode	38
5.1 Kontakt til branchen	38
5.2 Litteratursøgning/internetsøgning	38
5.3 Butiksbesøg	39
5.4 Søgning i diverse materialedatabaser	39
5.4.1 ECHA's 'Plastic additives initiative'	39
6. Stoffer der afgasser fra PUR-skum	40

6.1	Gennemgang af litteratur	40
6.1.1	Generelle forhold omkring afgang fra PUR-skum	40
6.1.1.1	Urenheder af VOC i råvarer til PUR-fremstilling	40
6.1.1.2	Naturlig nedbrydning af PUR-skum	41
6.1.1.3	PUR-skum kan absorbere VOC fra indeklimaet	41
6.1.2	Litteratur om afgang fra forbrugerprodukter af PUR-skum	42
6.1.2.1	Kortlægning af squishies (2018)	42
6.1.2.2	VOC fra madrasser til vugger (2014)	43
6.1.2.3	VOC-emissioner fra PUR-skummadrasser (EUROPUR, 2003)	43
6.1.3	Opsamling på afgassede stoffer fra PUR	44
6.2	ECHA's plastdatabase	47
6.3	Diskussion og konklusion	50
7.	Udvælgelse af produkter til analyse	52
7.1	Beskrivelse af fremgangsmåde	52
7.2	Samlet oversigt over de udvalgte produkter til analyse	52
8.	Emissionsanalyser	54
8.1	Procedure til prøveforberedelse	54
8.1.1	Diskussion af procedure til prøveforberedelse	55
8.2	Anvendt analysemetode	56
8.2.1	Testparametre anvendt for klimakammeranalyserne	56
8.2.2	Forberedelse af prøvematerialet	56
8.2.3	Beskrivelse af VOC-emissionstestene	57
8.2.3.1	ISO 16000-6 Screeningsanalyser for afgassede stoffer fra klimakammertest ved ATD-GC/MS	57
8.2.3.2	ISO 16000-3 Bestemmelse af flygtige carbonyler (aldehyder og ketoner) opsamlet på 2,4-dinitrophenylhydrazine coatede silica-rør (DNPH-rør)	58
8.2.3.3	ISO 16200-1 Bestemmelse af dichlormethan opsamlet på kulrør	58
8.3	Resultater – emissionsanalyser	58
8.3.1	Alle stoffer identificeret som afgasset fra en eller flere prøver	59
8.3.2	Identificerede stofgrupper fra de 20 prøver	62
8.3.3	Sammenligning af afgassede stoffer fra DK-, EU- og N-EU-produkter	66
8.3.4	Lugten af prøverne sammenholdt med den totale afgang	68
8.3.5	Sammenligning grænseværdierne i certificeringsordningerne	69
8.4	Sammenfatning af analyseresultaterne	71
9.	Indledende farevurdering	72
9.1	Fremgangsmåde for farevurderingen	72
9.2	Udvælgelse af stoffer til risikovurderingen	72
10.	Kontrolanalyser/indholdsanalyser	75
10.1	Kontrolanalyser/indholdsanalyser for indhold af ftalater i småbørnsartikler	75
10.1.1	Analysemetode	75
10.1.2	Analyseresultater	76
10.2	Kontrolanalyser for indhold af bromerede flammehæmmere	77
10.2.1	Analysemetode	77
10.2.2	Analyseresultater	78
10.3	Indholdsanalyser for indhold af chlor/fosfor-baserede flammehæmmere	78
10.3.1	Analysemetode	78
10.3.2	Analyseresultater	79
10.4	Sammenfatning og diskussion af analyseresultater	80
11.	Eksponeringsscenerier	81

11.1	Relevante aldersgrupper og eksponeringsscenarier	81
11.2	Valgte data til eksponeringsscenarierne	82
11.2.1	Eksponeringstid (søvn)	83
11.2.2	Eksponeringstid (vågen tid)	83
11.2.3	Rumfang af rum	84
11.2.4	Luftskifte	84
11.3	Valgte eksponeringsscenarier	84
12.	Eksponeringsniveauer fra indirekte kilder	85
12.1	Forekomst og anvendelse af de udvalgte stoffer	85
12.2	Kilder til eksponeringsniveauer for stofferne	87
13.	Farevurdering	96
13.1	Fastsættelse af DNEL-værdier	96
13.2	Sammenlignelige virkningsmekanismer for de udvalgte stoffer	100
14.	Metode til eksponerings- og risikovurdering	101
14.1	Metode til beregning af eksponering	101
14.1.1	Metode til beregning af eksponering i indåndingszonen	101
14.1.2	Metode til beregning af eksponering i opholdsrum	102
14.2	Metode til beregning af risikoen	103
14.3	Trinvis tilgang til beregningen af risikoen	104
15.	Eksponerings- og risikovurdering	106
15.1	Eksponering i indåndingszonen for de enkelte produkter	106
15.2	Ekstrem worst-case – flere produkter i indåndingszonen	110
15.3	Realistisk worst-case – indåndingszone i soverum og stue	112
15.4	Realistisk worst-case beregnet for rumkoncentration	114
15.4.1	Scenarie med rumkoncentration for baby	114
15.4.2	Scenarie med rumkoncentration for større børn/teenagere	116
15.5	Sammenligning med begrænsningsforslag	117
15.5.1	Begrænsningsforslag for formaldehyd	117
15.5.2	Begrænsningsforslag for siloxanerne (D4, D5 og D6)	117
15.5.3	Begrænsningsforslag for DMF	118
15.6	Begrænsninger og usikkerheder	118
15.7	Diskussion og konklusion	119
16.	Referencer	122
Bilag 1.ECHAs 'Plastic additives initiative'		129
Bilag 1.1	Lysstabilisatorer	129
Bilag 1.2	Varmestabilisatorer	130
Bilag 1.3	Andre stabilisatorer	130
Bilag 1.4	Antioxidanter	130
Bilag 1.5	Pigmenter	131
Bilag 1.6	Antistatiske midler	135
Bilag 1.7	Flammehæmmere	135
Bilag 1.8	Blødgørere	136
Bilag 1.9	Additiver med andre funktioner	137
Bilag 2.Eksempel på rapport for afgangning		138
Bilag 3.Indledende farevurdering		142
Bilag 3.1	Stoffer der afgasser efter 1 time fra de 20 PUR-skumprodukter	143
Bilag 3.2	Stoffer der afgasser efter 3 døgn fra de 20 PUR-skumprodukter	152

Bilag 4.Oversigt over de analyserede bromerede flammehæmmere	157
Bilag 5.Beregning af eksponering og risiko	158
Bilag 5.1 Eksponering for hvert enkelt af de 20 undersøgte produkter i indåndingszonen	158
Bilag 5.2 Ekstrem worst-case – flere produkter i indåndingszonen i soveværelset	160
Bilag 5.3 Realistisk worst-case – indåndingszone i soveværelse og stue	163
Bilag 5.4 Realistisk worst-case – rumkoncentration for babyer i soveværelse og stue	166
Bilag 5.5 Realistisk worst-case – rumkoncentration for teenagere i eget værelse	170

Forord

Emission af kemiske stoffer fra PUR-skum

Dette projekt har undersøgt emissionen (afgasning) af kemiske stoffer fra forbrugerprodukter bestående af PUR-skum, og der er foretaget en vurdering af den sundhedsmæssige risiko af de stoffer, der afdamper fra udvalgte produkter af PUR-skum.

Desuden er der foretaget kontrolanalyser af enkelte udvalgte produkter med PUR-skum på det danske marked for at sikre, at de overholder lovgivningen. Ved kontrolanalyserne har der været fokus på indhold af ftalater i småbørnsartikler og indhold af flammehæmmere.

Resultaterne af kortlægningen, de kemiske analyser og risikovurderingen er præsenteret i denne rapport.

Projektet er gennemført af FORCE Technology med Eurofins Product Testing A/S som underleverandør til de kemiske analyser.

Projektets deltagere var:

- Pia Brunn Poulsen, FORCE Technology (projektleder)
- Marianne Strange, FORCE Technology
- Anders Schmidt, FORCE Technology (kvalitetssikrer)

Projektet blev fulgt af en følgegruppe bestående af

- Nadine Heidi Brueckmann, Miljøstyrelsen (formand)
- Nellie Anne Martin, Miljøstyrelsen
- Pia Brunn Poulsen, FORCE Technology (sekretariatsfunktion)

Projektet blev finansieret af Miljøstyrelsen.

Sammenfatning og konklusion

Kortlægning og risikovurdering af VOC i PUR-skumprodukter

Polyurethan (PUR) er en polymer, dvs. en plasttype. PUR-skum er såkaldt opskummet polyurethan og er en fællesbetegnelse for en gruppe af celleplast-materialer. PUR-skum er fleksibelt polyurethan, dvs. skum der kan trykkes sammen. Flexibelt PUR udgør ifølge Plastindustrien ca. 60 % af branchens produktionen af PUR. Den resterende del er stift PUR. PUR-skum anvendes hovedsageligt til madrasser, puder, sæder og hynder til møbelsektoren.

Baggrund

Et tidligere kortlægningsprojekt fra Miljøstyrelsen på produkter af PUR-skum (squishy legetøj) har vist, at afgangning (emission) af nogle flygtige organiske forbindelser (VOC) kan udgøre en risiko for sundheden. F.eks. blev der identificeret en afgangning af stoffet dimethylformamid (DMF), der kan udløse en luftvejsirritation og forårsage skader i slimhinden ved længere tids påvirkning. Stoffet kan desuden skade fertiliteten eller det ufødte barn.

Andre tidligere af Miljøstyrelsens kortlægningsprojekter har identificeret ftalater og flammehæmmere (chlor/fosforbaserede og bromerede) i autostole og babymadrasser og chlor/fosforbaserede flammehæmmere i møbelskum.

Formål og afgrænsning

På trods af de tidligere udførte kortlægningsprojekter mangler der konkret viden om afgangning fra forbrugerprodukter af PUR-skum. Dette projekt har derfor haft til formål at undersøge, hvilke kemiske stoffer der afgasser fra forbrugerprodukter, som primært består af PUR-skum. Formålet har været at vurdere, hvorvidt der kan forekomme en sundhedsrisiko for forbrugerne under realistisk forventet brug af produkterne.

Derudover har formålet været at få analyseret, hvorvidt der findes overtrædelser af visse grænseværdier for indhold af kemiske stoffer fastsat i lovgivningen. Her er der valgt et fokus på flammehæmmere og ftalater. Endelig har projektet haft til formål at undersøge, om der er forskel på afgangning og indhold af kemiske stoffer i produkter købt i Danmark, købt i EU eller købt uden for EU.

Det primære fokus i projektet har været på afgangning af kemiske stoffer. Derfor blev der bevidst valgt at fokusere på større produkter af PUR-skum, som potentielt kan afgasse kemiske stoffer til rum i hjemmet, hvor vi opholder os mest, dvs. på børneværelset, i soveværelset eller i stuen. Produkterne, der er undersøgt i projektet, er afgrænset til såkaldte 'hvile-produkter', dvs. produkter med en lang eksponeringstid, og som findes i indåndingszonen, som f.eks. madrasser og hovedpuder.

Tidligere undersøgelser af VOC i PUR-skum

De få tidligere undersøgelser, der er identificeret på området, viser, at det typisk er en lang række forskellige VOC'er, der afgasser fra PUR-skum, men undersøgelserne identificerer ikke nødvendigvis de samme VOC. Dette kan skyldes, at der findes flere forskellige typer af PUR-skum, som fremstilles på forskellig vis, selvom udgangsmaterialet typisk er det samme. En anden forklaring kan være forskel i brug af analysemetoder og forskelle i, hvornår analyserne er foretaget, dvs. på hvilket tidspunkt efter ibrugtagning afgangningen er målt. Nogle undersøgelser tyder nemlig på, at PUR-skum kan fungere som en slags absorbent for VOC i indeklimaet

og således kan ophobe VOC, hvis koncentrationen af VOC i indeklimaet er højere (end i f.eks. madrassen eller sofahynden). Absorberet VOC fra indeklimaet kan senere frigives til indeklimaet, når koncentration af VOC i den omkringliggende luft er faldet. Dette viser, at der er komplicerede processer i spil. Hvor relevant og betydende, det er i en boligsituation, vides ikke, men i dette projekt er der udelukkende analyseret afgang fra nyindkøbte produkter, der først blev pakket ud lige inden opskæring til analyse.

Kortlægning og indkøb af produkter

Der blev foretaget en internetsøgning efter forskellige typer af produkter med et indhold af PUR-skum. På baggrund af søgningen blev der oprettet en bruttoliste med eksempler på PUR-skumprodukter. Bruttolisten blev opdelt i produkter fra Danmark (danske butikker eller internetbutikker) (DK), produkter fra EU, men uden for Danmark (EU) og produkter købt uden for EU (N-EU). Internetsøgningen har derfor også omfattet søgninger på udenlandske hjemmesider, der sender produkter til Danmark (såsom Amazon, eBay, AliExpress, GearBest og Wish).

Produkterne blev indkøbt, så de repræsenterede indkøb fra forskellige regioner (DK, EU og N-EU), forskellige typer af produkter (f.eks. madrasser og hovedpuder), forskellige prisklasser, forskellige producenter og til forskellige målgrupper (babyer, små børn, voksne/større børn). Der blev primært indkøbt produkter, hvor det fremgik tydeligt, at de bestod af PUR-skum, og hvis ikke blev der foretaget en materialeanalyse, der bekræftede indholdet af PUR inden selve de kemiske analyser.

I alt blev 20 forskellige forbrugerprodukter af PUR-skum indkøbt fordelt på:

- Målgruppe: 10 produkter til babyer eller småbørn (dvs. i alderen 0-3 år) og 10 produkter til større børn eller voksne.
- Region: 10 produkter indkøbt i DK, 5 produkter i EU og 5 produkter uden for EU.
- Produkttype:
 - 10 madrasser, heraf 6 babymadrasser eller madrasser til små børn
 - 2 foldemadrasser
 - 1 tumlemadras
 - 5 hovedpuder, heraf 2 babyhovedpuder til helt små babyer (mod skæve kranier)
 - 2 sengerande

Kontrolanalyser

Der blev foretaget enkelte analyser som kontrol af, om lovgivningskrav var overholdt for PUR-skumprodukter. Disse var:

- Kontrol af indhold af ftalater i PUR-skummet for alle 20 produkter – analysen blev kun udført på selve PUR-skummet.
- Kontrol af indhold af bromerede flammehæmmere i de 10 indkøbte danske produkter – analysen blev udelukkende udført på det yderste lag af produktet, der primært bestod af tekstil.

Resultaterne var:

- Der blev identificeret små mængder (mellem 5 og 65 mg/kg) af få ftalater (DEHP, DIDIP, DBP og/eller DIBP) i 6 af de 20 produkter. Den tilladte grænseværdi er 500 eller 1000 mg/kg afhængig af, hvilken ftalat der identificeres. Det lave indhold af ftalater skyldes sandsynligvis urenheder fra andre tilsatte komponenter.
- Ingen af de analyserede produkter havde et indhold af de undersøgte bromerede flammehæmmere i koncentrationer over detektionsgrænsen. Detektionsgrænsen var afhængig af den undersøgte flammehæmmer, men var maksimalt 2,4 mg/kg, hvor den tilladte grænseværdi ligger på hhv. 10, 100 eller 1000 mg/kg afhængig af flammehæmmeren.

Der blev således ikke konstateret overtrædelser af lovgivningen vedrørende indhold af ftalater og flammehæmmere for nogen af de undersøgte produkter.

Indholdsanalyser for chlor/fosfor-baserede flammehæmmere

Der eksisterer ingen lovgivning vedrørende indhold af chlor/fosforbaserede flammehæmmere i de indkøbte PUR-skumprodukter. Disse analyser blev foretaget, da Miljøstyrelsen ønskede mere viden på området.

Resultatet af analyserne var, at af de ni chlor/fosforbaserede flammehæmmere, der blev analyseret for, blev kun tre af dem identificeret i fire af de i alt 20 undersøgte produkter. Maksimalt én flammehæmmer er identificeret i samme produkt, og de identificerede niveauer er generelt så små (< 0,003 %), at der er tale om urenheder og næppe niveauer, der bevidst er tilsat for at give PUR-skummet en flammehæmmende effekt.

Afgasning af VOC fra PUR-skum – klimakammeranalyser

De 20 indkøbte forbrugerprodukter af PUR-skum blev analyseret for afgasning af VOC i et 119 liters klimakammer med luftskifte. Der blev bevidst skelet til analyseparametre fastsat i de eksisterende certificeringsordninger for PUR-skumprodukter, såsom EuroPUR, CertiPUR og TÜV Rheinland. Dog blev det besluttet at undersøge niveauet af afgasningen af VOC efter henholdsvis 1 time og 3 døgn, som også var valgt som måletidspunkter i undersøgelsen af squishies (der også er fremstillet af PUR-skum).

Den største samlede afgasning forekom fra baby madrassen N-EU 3 (der er CertiPUR-certificeret) med en total koncentration på 1905 µg/m³ efter 1 time og 410 µg/m³ efter 3 døgn. Laveste afgasning ses fra sengeranden DK 3 (der er ÖekoTex-mærket) med en total koncentration på 36 µg/m³ efter 1 time og fra madrassen DK 7 med en total koncentration af stoffer afgasset på 3 µg/m³ efter 3 døgn. Det generelle billede er helt klart, at koncentrationen af afgassede stoffer falder fra første måling efter 1 time til målepunktet efter de 3 døgn. Gennemsnitligt falder koncentrationen af afgassede stoffer med 58 % fra 1 time til 3 døgn.

Resultaterne af de samlede mængder afgassede VOC'er viser en tendens til, at N-EU-produkterne gennemsnitligt afgassede en lidt højere mængde VOC'er sammenlignet med produkter indkøbt i enten DK eller EU, der ligger nogenlunde på samme niveau af afgasning. Gennemsnittet dækker dog over store variationer i afgasning fra produkterne, så billedet er ikke entydigt.

Der var generel stor forskel på, hvor meget PUR-skummet i de forskellige PUR-skumprodukter lugtede, da de blev pakket ud. Beskrivelsen af lugten af prøverne blev sammenholdt med mængden af de afgassede VOC'er, og der var generelt en god overensstemmelse mellem beskrivelsen af lugten, og hvor stor en samlet koncentration af organiske stoffer der afgassede fra PUR-skumprøverne.

Udvælgelse af stoffer til risikovurdering

Med baggrund i de afgassede VOC'er blev der udvalgt i alt ni stoffer, der blev foretaget en risikovurdering af. Stofferne blev udvalgt dels pga. de afgassede mængder, men også pga. stoffernes bekymrende sundhedsmæssige egenskaber, især i forhold til indånding. De udvalgte ni stoffer var:

- Dimethylformamide (DMF) (CAS nr. 68-12-2)
- Octamethylcyclotetrasiloxane (D4) (CAS nr. 556-67-2)
- Decamethylcyclopentasiloxane (D5) (CAS nr. 541-02-6)
- Dodecamethylcyclohexasiloxane (D6) (CAS nr. 540-97-6)
- 2-Ethyl-1-hexanol (CAS nr. 104-76-7)
- Toluene (CAS nr. 108-88-3)
- α-Pinene (CAS nr. 80-56-8)
- Formaldehyde (CAS nr. 50-00-0)
- Phenol (CAS nr. 108-95-2)

Risikovurdering

Indledningsvist blev der foretaget en worst-case eksponeringsberegning og risikovurdering af de 20 undersøgte produkter enkeltvis. Her blev der antaget et scenarie, hvor en baby sover op af det indkøbte produkt i 18 timer uanset om der var tale om en hovedpude, voksenmadras, babymadras eller sengerand. Der blev i dette scenarie regnet på koncentrationen direkte i indåndingszonen. Resultatet var, at for hovedparten af de 20 produkter, er der ingen risiko for sundhedsmæssige effekter. Babymadrassen N-EU 3 afgasser imidlertid en så høj koncentration af DMF, at der er risiko for sundhedsmæssige effekter i form af slimhindeirritation selv efter 3 døgn, hvis en baby sover på denne madras lige efter udpakning af produktet. Dette gælder også selvom der tages højde for en lavere brugstid, hvor en baby kun sover på denne madras om natten og sover andre steder (f.eks. i en barnevogn) i løbet af dagen.

Herudover gælder for foldemadrassen N-EU 4 og voksenmadrassen DK 9, at der kan være en risiko for sundhedsmæssige effekter i form af lungeeffekter selv efter 3 døgn pga. den samlede afgasning af siloxanerne D4, D5 og D6. Ved brug af mere realistiske brugstider af madrasserne på 9 timer for voksne, er der stadig en risiko for sundhedsmæssige effekter efter 1 time for de to produkter, men ikke efter 3 døgn. Risikoberegningerne er imidlertid baseret på den kritiske effekt lungeeffekter, som først ses ved langvarig udsættelse for stofferne. På grund af ovenstående og på grund af, at beregningerne er foretaget under antagelse af, at afgasningen efter 1 time er konstant under hele søvnperioden, så vurderes produkterne ikke at udgøre en risiko for hverken større børn eller voksne, da de sover på produkterne i kortere tid i forhold til babyer.

Derefter blev der foretaget eksponeringsberegninger og risikovurdering af de ni stoffer for nedenstående worst-case scenarier, hvor der blev regnet på udsættelse for flere produkter på én gang, og hvor der bevidst var valgt at fokusere på de to grupper af forbrugere, der vurderes som værende udsat for den største mængde PUR-skumprodukter og i længst tid. Der blev valgt en trinvis tilgang til vurderingen, så stoffer, der ikke resulterede i en sundhedsmæssig risiko, ikke blev vurderet yderligere i andre mere realistiske scenarier.

1. Babyer, der er udsat for tre forskellige PUR-skumprodukter i indåndingszonen (babymadras, babyhovedpude og sengerand). Den målte koncentration i klimakammeret anvendes som et mål for koncentrationen i indåndingszonen.
2. Babyer, der sover/opholder sig i rum med flere PUR-skumprodukter. Der regnes med, at afgasning af stofferne fra alle produkterne fordeler sig ud i hele rummet. Det antages, at en baby kan være udsat for i alt syv forskellige produkter under søvn i forældres soveværelse (to voksenmadrasser, to hovedpuder, en babymadras, en babyhovedpude og en sengerand) i 18 timer (sovetid) og for et produkt (tumlemadras) i 3 timer (vågen tid) i stuen.
3. Teenagere, der opholder sig en stor del af døgnet på deres værelse. Det antages, at der er fem forskellige PUR-skumprodukter (en madras, en foldemadras, to hovedpuder og en tumlemadras (legemadras)) på deres værelse. Eksponering sker i samlet 18 timer (10 timers søvn og 8 timers vågen tid på samme værelse).

Konklusion

Konklusionen af risikovurderingen er, at der for de fleste stoffer i de fleste scenarier ikke vil være en risiko for sundhedsmæssige effekter vurderet på de opstillede worst-case scenarier for ophold i rum selv med flere PUR-skumprodukter. Undtagelser er dog babymadrassen N-EU 3, der har en høj afgasning af stoffet DMF, og for stoffet formaldehyd for worst-case scenariet med flere produkter i indåndingszonen, hvor en baby sover med tre nyudpakkede produkter (babymadras, babyhovedpude og sengerand).

For et enkelt produkt (babymadrassen N-EU 3) er afgasningen af stoffet DMF så høj, at selv når der regnes på situationen, hvor den afgassede mængde fordeler sig i hele rummet, kan der være en risiko for sundhedsmæssige effekter. For denne babymadras (N-EU 3) blev der efter 1 time målt afgasning af DMF i en koncentration, der var 71 gange højere end produktet

med den næsthøjeste afgangning af DMF. Den sundhedsmæssige effekt, DNEL-værdien er baseret på, er slimhindeirritation.

Der sker et fald i afgangningen af VOC generelt (og for DMF) fra målingen ved 1 time til målingen ved 3 døgn. Afgasningen er således ikke konstant over den antagne søvnperiode, og risikoen er derfor overestimeret. På trods af dette, tyder det på, at babymadrassen N-EU 3 afgasser DMF i niveauer, der kan udgøre en sundhedsmæssig effekt (slimhindeirritation) i de første døgn efter ibrugtagning. Hvor lang tid, der går, før niveauet af afgangningen er så lav, at den ikke længere udgør en risiko for slimhindeirritation, vides ikke. Dette havde krævet analyser i længere tid i klimakammeret, end der er foretaget i dette projekt. Der er derfor ingen tvivl om, at den høje afgangning af DMF fra babymadrassen N-EU 3 er problematisk og kan give sundhedsmæssige effekter i form af slimhindeirritation. Det er dog udelukkende for dette ene produkt, at afgangningen af DMF er problematisk. 14 ud af de 20 undersøgte produkter afgasser slet ikke DMF over detektionsgrænsen og for de fem produkter, der afgasser DMF, er det ikke i niveauer, der udgør et sundhedsmæssigt problem.

For eksponeringsscenarioet med en baby, der sover op af flere produkter i indåndingszonen, gælder for formaldehyd, at PUR-skumprodukterne kan udgøre en sundhedsmæssig risiko i indåndingszonen for dette scenarie selv efter 3 døgn. For dette scenarie vil der således være en risiko for sundhedsmæssige effekter pga. afgangningen af formaldehyd, men kun hvis en baby sover 18 timer lige op af tre nyudpakkede nyindkøbte produkter (en babymadrass, en babyhovedpude og en sengerand). Ingen af produkterne giver anledning til sundhedsmæssige effekter hver for sig efter de 3 døgn. Det skal dog påpeges, at den kritiske effekt for formaldehyd er forstadie til tumorer (kræft), og er en effekt, der kan opstå ved eksponering over DNEL-værdien i lang tid. Da der i dette projekt ikke er foretaget analyser af afgangningen efter de 3 døgn, er det ikke muligt at udtale sig om, hvor længe afgangningen af formaldehyd er høj nok til at give sundhedsmæssige effekter.

Det er dog vigtigt at påpege, at der hertil skal tillægges bidrag til eksponeringen fra andre kilder såsom tekstiler, gulvtæpper, elektroniske produkter m.m., der kan afgasse disse stoffer. Dvs. at udluftning i soveværelset har en væsentlig indflydelse på koncentrationen af sundhedsfarlige stoffer, ligesom det kan give god mening, at lade nye produkter afgasse et par døgn før de tages i brug.

Summary and conclusions

Survey and risk assessment of VOCs in PU foam products

Polyurethane (PU) is a polymer; that is, a kind of plastic. PU foam is so-called "expanded polyurethane" and is a blanket term for a group of cellular plastic materials. PU foam is made from flexible polyurethane; i.e. the foam can be compressed. According to the Danish plastic industry, flexible PU comprises about 60% of the industry's PU production. The remaining portion is rigid PU. PU foam is used primarily in mattresses, pillows, seats, and cushions in the furniture industry.

Background

A previous Danish EPA survey project on PU foam products (squishy toys) showed that emissions of certain volatile organic compounds (VOCs) may constitute a health risk. For example, emissions of dimethylformamide (DMF) were identified, potentially capable of causing respiratory irritation and damage to the mucosa with long-term exposure. This substance may additionally damage fertility or the unborn child.

Previous surveys by the Danish EPA identified phthalates and flame retardants (chlorinated/phosphorus-based and brominated) in car seats and baby mattresses, and chlorinated/phosphorus-based flame retardants in furniture foam.

Purpose and scope

Despite the existence of previous surveys, there is a lack of specific knowledge regarding emissions from consumer PU foam products. The purpose of this project was therefore to examine the chemical substances that are emitted from consumer products made primarily of PU foam. The purpose was also to evaluate the extent to which users are exposed to health risks during realistic, foreseeable use of the products.

An additional purpose of this project was to analyse the extent to which certain limit values established by law for the content of chemical substances are exceeded. In this regard, it was decided to focus on flame retardants and phthalates. Lastly, one of the goals of the project was to examine whether there are differences in the emission and content of chemical substances present in products purchased in Denmark, purchased in the EU, and purchased outside the EU.

The primary focus for this project was the emission of chemical substances. For this reason, a decision was made to focus on larger PU foam products that could potentially emit substances into spaces in the home where we spend the most time; namely, nurseries, bedrooms, and living rooms. The products studied in this project are limited to so-called "rest products", which have long exposure times and are present in the immediate area where respiration takes place, such as mattresses and pillows.

Previous studies of VOCs in PU foam

The few previous studies identified in this area show that typically, a large number of distinct VOCs are emitted from PU foam. However, the studies do not necessarily identify the same VOCs. This may be due to the existence of different types of PU foam manufactured in different ways, even though the starting materials are typically the same. Another explanation may

be differences in the analysis methods used, and differences in when the analyses were performed; that is, at what point measurements are taken relative to the time when the product comes into use. Notably, some studies suggest that PU may serve as a kind of indoor climate VOC absorber, thereby accumulating VOCs if the concentration of VOCs in the indoor climate is greater than e.g. that of a mattress or sofa cushion. VOCs absorbed from the indoor climate can later be released back into the indoor climate when the concentration of VOCs in the surrounding air has decreased. This shows that complicated processes are involved. How relevant and significant this is in a residential situation is unknown, but this project has exclusively analysed emissions from newly purchased products that were first removed from their packaging immediately before cutting for analysis.

Survey and purchasing of products

An internet search was performed for different types of products containing PU foam. Based on this search, a gross list of examples of PU foam products was prepared. The gross list was divided into products from Denmark (Danish stores or online stores) (DK), products from the EU outside of Denmark (EU), and products purchased outside the EU (N-EU). For this reason, the internet search also included searches of foreign websites that ship products to Denmark (such as Amazon, eBay, AliExpress, GearBest, and Wish).

Products were purchased so as to represent purchases from different regions (DK, the EU, and N-EU), different types of products (e.g. mattresses and pillows), different price ranges, different manufacturers, and different target groups (babies, small children, adults / older children).

Primarily, products that clearly indicated that they consisted of PU foam were purchased. Products without such an indication were subjected to a material analysis to confirm their PU foam content prior to the chemical analyses.

In all, a total of 20 distinct consumer PU foam products were purchased, divided as follows:

- Target group: 10 products for babies or small children (i.e., ages 0-3) and 10 products for older children or adults.
- Region: 10 products purchased in Denmark, 5 products in the greater EU, and 5 products outside the EU.
- Product type:
 - 10 mattresses, 6 of which are mattresses for babies or small children
 - 2 folding mattresses
 - 1 tumbling mat
 - 5 pillows, 2 of which are pillows for small babies (to help with torticollis)
 - 2 cot bumpers

Compliance analyses

Certain analyses were performed to verify compliance with legal requirements for PU foam products. These were:

- Verification of phthalate levels in PU foam for all 20 products — analysis performed only on PU foam itself.
- Verification of brominated flame retardant content in the 10 Danish products — analysis performed only on the outer layer of the product, consisting primarily of fabric.

The results were as follows:

- Small quantities (between 5 and 65 mg/kg) of a few phthalates (DEHP, DIDIP, DBP, and/or DIBP) were identified in 6 out of 20 products. The allowed limit value is 500 or 1000 mg/kg, depending on which phthalate is identified. The low phthalate content is likely due to impurities from other added components.

- None of the products analysed contained any of the brominated flame retardants studied at concentrations above the level of detection. The level of detection varied across flame retardants but was never higher than 2.4 mg/kg, whereas the permitted limit values are 10, 100, or 1000 mg/kg, depending on the flame retardant.

Therefore, no violations of phthalate and flame retardant content regulations were found for any of the products studied.

Content analyses for chlorinated phosphorus-based flame retardants

No legislation exists regarding the content of chlorinated phosphorus-based flame retardants in the PU foam products purchased. These analyses were performed because the Danish EPA desired additional knowledge in this area.

The result of the analyses showed that out of nine chlorinated phosphorus-based flame retardants selected for analysis, only three were identified in four out of the 20 products analysed. No more than one flame retardant was identified in any product, and the identified levels are generally so low (< 0.003% or < 30 mg/kg) that they must be considered as impurities; these are hardly levels indicating deliberate addition to provide the PU foam with a flame retardant effect.

VOC emissions from PU foam: Emission chamber analyses

The 20 consumer PU foam products purchased were analysed for VOC emissions in a 119-litre emission chamber with air exchange. Analysis parameters set by existing certification programmes for PU foam products, including EuroPUR, CertiPUR, and TÜV Rheinland, were considered. However, it was decided to study VOC emission levels after 1 hour and after 3 days measurement intervals also chosen in the study on squishies (which are also made of PU foam).

The highest total emissions came from baby mattress N-EU 3 (which is certified by CertiPUR), with a total concentration of 1905 µg/m³ after 1 hour and 410 µg/m³ after 3 days. The lowest emissions came from cot bumper DK 3 (which bears the ÖekoTex mark), with a total concentration of 36 µg/m³ after 1 hour; and from mattress DK 7, with a total concentration of emitted substances of 3 µg/m³ after 3 days. Overall, it is clear that the concentration of emitted substances decreases from the first measurement after 1 hour until the second measurement after 3 days. On average, the concentration of emitted substances decreases by 58% from 1 hour to 3 days.

The combined VOC emission results show a tendency for N-EU products, on average, to emit slightly higher quantities of VOCs, compared to products purchased either in Denmark or the greater EU, which had roughly equal levels of emissions. However, the averages encompass large variations in emissions across products, so it is not an unambiguous depiction.

In general, there were large differences in how much of an odour came from the PU foam in the various PU foam products when they were removed from their packaging. The descriptions of the sample odours were compared with the quantities of emitted VOCs. There was generally a good correlation between the description of the odour and the total concentration of organic substances emitted from the PU foam samples.

Selection of substances for risk assessment

Based on the VOCs emitted, a total of nine substances were selected for a risk assessment. The substances were chosen partially because of their emitted quantities, but also because of the concerning health-related properties of the substances, particularly in terms of inhalation. The nine substances chosen were:

- Dimethylformamide (DMF) (CAS no. 68-12-2)

- Octamethylcyclotetrasiloxane (D4) (CAS no. 556-67-2)
- Decamethylcyclopentasiloxane (D5) (CAS no. 541-02-6)
- Dodecamethylcyclohexasiloxane (D6) (CAS no. 540-97-6)
- 2-ethyl-1-hexanol (CAS no. 104-76-7)
- Toluene (CAS no. 108-88-3)
- α -Pinene (CAS no. 80-56-8)
- Formaldehyde (CAS no. 50-00-0)
- Phenol (CAS no. 108-95-2)

Risk assessment

Initially, a worst-case exposure calculation and risk assessment was performed individually for each of the 20 products studied. Here, we assumed a scenario in which a baby sleeps on the purchased product for 18 hours, regardless of whether the product was a pillow, adult mattress, baby mattress, or cot bumper. For this scenario, the concentration directly in the zone of respiration was used for calculations. The result was that for the majority of the 20 products, no risk of health effects exists. However, baby mattress N-EU 3 emitted such a high concentration of DMF that it constituted a risk of health effects in the form of mucous membrane irritation even after 3 days if a baby were to sleep on this mattress immediately after the product was removed from its packaging. This applies even if a shorter period of usage is considered, with a baby sleeping on this mattress only at night, sleeping in other places (e.g. in a pram) during the day.

Additionally, folding mattress N-EU 4 and adult mattress DK 9 may present a risk of health effects in the form of effects on the lungs, even after 3 days, due to the total emissions of siloxanes D4, D5, and D6. When using more realistic 9-hour periods of usage for these adult mattresses, there is still a risk of health effects based on the 1 hour measurement for both products, but not after 3 days. However, the risk calculations are based on effects on the lungs, a critical effect, which is first observed after long-term exposure to these substances. In light of the above, and in light of the fact that the calculations were performed assuming that emissions after 1 hour remain constant throughout the sleeping period, these products are not considered to constitute a risk to larger children or adults, since they sleep on these products for shorter times than babies.

Subsequently, exposure calculations and a risk assessment for the nine substances were performed with the following worst-case scenarios, using calculations with simultaneous exposure to multiple products, and with a deliberate focus on the two groups of users considered to be exposed to the highest amount of PU products for the longest periods of time. A stepwise approach was chosen for this evaluation, such that substances which did not result in a health risk were not considered further in other, more realistic scenarios.

4. Babies subjected to three different PU foam products in the zone of respiration (baby mattress, baby pillow, and cot bumper). The concentration measured in the emission chamber is used as a target for the concentration in the zone of respiration.
5. Babies that sleep / spend time in spaces with multiple PU foam products. Emitted substances from all products are considered to distribute themselves throughout the entire room. We assume that a baby may be exposed to a total of seven different products when sleeping in the parents' bedroom (two adult mattresses, two pillows, one baby mattress, one baby pillow, and one cot bumper) for 18 hours (sleeping time), and to one product (a tumbling mat) for 3 hours (awake time) in the living room.
6. Teenagers, who spend a significant portion of the day in their rooms. We assume the presence of five different PU foam products (a mattress, a folding mattress, two pillows, and a tumbling/play mat) in their rooms. Exposure occurs for a total of 18 hours (10 hours of sleep and 8 waking hours in the same room).

Conclusion

The conclusion of the risk assessment is that for the majority of substances in the most of scenarios, there will be no risk of health effects based on the worst-case scenarios presented for time spent in a space, even with multiple PU foam products. The exceptions, however, are baby mattress N-EU 3, which had high DMF emissions; and the substance formaldehyde, in the worst-case scenario with multiple products in the zone of respiration, where a baby sleeps with three products (baby mattress, baby pillow, and cot bumper) freshly removed from their packaging.

For a single product (baby mattress N-EU 3), DMF emissions were so high that even considering a situation where the emitted quantity is distributed evenly throughout the room, there may be a risk of health effects. After 1 hour, DMF emissions from this baby mattress (N-EU 3) were measured at a concentration 71 times greater than that of the product with the second greatest DMF emissions. The health effect which the DNEL value is based on is mucous membrane irritation.

Emissions of VOCs in general (including DMF) decrease between the 1-hour measurement and the 3-day measurement. Thus, emissions are not constant over the assumed period of sleep, and so the risk has been overestimated. Despite this, it appears that baby mattress N-EU 3 emits DMF at levels that may result in a health effect (mucous membrane irritation) during the first day of use. The amount of time that must pass before emission levels are low enough to no longer constitute the risk of mucous membrane irritation is unknown. This would have required longer analyses in the emission chamber than were performed in this project. There is thus no doubt that the high DMF emissions from baby mattress N-EU 3 are problematic and may result in health effects in the form of mucous membrane irritation. However, DMF emissions were problematic solely for this one product. 14 of the 20 products studied do not emit DMF above the limit of detection, and emissions for the five other products that emit DMF are not at levels that constitute a health risk.

Regarding formaldehyde, in the exposure scenario with a baby sleeping with multiple products in the zone of respiration, the PU foam products may constitute a health risk in the zone of respiration, even after 3 days. Therefore, there is a risk of health effects from formaldehyde emissions in this scenario, but only if a baby sleeps for 18 hours in close contact with three products (a baby mattress, a baby pillow, and a cot bumper) that have been newly purchased and recently removed from their packaging. None of the products will cause health effects individually after 3 days. However, it should be noted that the critical effect for formaldehyde is carcinogenicity, and this effect can occur in the event of exposure above the DNEL value for a long period. Because analyses of emissions at times later than 3 days were not performed in this project, no statement can be made on how long formaldehyde emissions remain high enough to produce health effects.

It is, however, important to note that contributions to exposure from other sources, such as textiles, rugs, electronics, etc. that may emit these substances, must also be accounted for. This means that bedroom ventilation has a significant influence on the concentration of substances that are hazardous to health. Similarly, it may be appropriate to allow new products to release these substances outside for a few days before beginning to use them.

Forkortelser

BBP	Benzylbutylftalat (CAS 85-68-7)
BDE	Polybromdiphenylether (forbindelser der anvendes som flammehæmmer)
DBP	Ftalaten dibutylftalat (CAS 84-74-2)
DEHP	Ftalaten bis(2-ethylhexyl)ftalat (CAS 117-81-7)
Deca-BDE	Flammehæmmeren decabromdiphenylether
DIBP	Ftalaten diisobutylftalat (CAS 84-69-5)
DIDP	Ftalaten di-isodecylftalat (CAS 26761-40-0 og 68515-49-1)
DINP	Ftalaten di-isononylftalat (CAS 28553-12-0 og 68515-48-0)
DMF	Dimethylformamid (CAS 68-12-2)
DNEL	Derived No Effect Level, dvs. den eksponering, som i en risikovurdering ikke anses for at give sundhedsmæssige effekter.
DNOP	Ftalaten di-n-octylftalat (CAS 117-84-0)
HBCDD	Flammehæmmeren hexabromcyclododecan eller mere præcist hexabromcyclododecan, 1,2,5,6,9,10-hexabromcyclododecan og dets vigtige diastereoisomerer: alpha-hexabromcyclododecan, beta-hexabromcyclododecan og gamma-hexabromcyclododecan. (Dækker over flere CAS numre: 25637-99-4, 3194-55-6, 134237-50-6, 134237-51-7, 134237-52-8)
Hepta-BDE	Flammehæmmeren heptabromdiphenylether
Hexa-BDE	Flammehæmmeren hexabromdiphenylether
Octa-BDE	Flammehæmmeren octabromdiphenylether
PBT	Stoffer der er miljøfarlige, idet PBT = Persistent, Bioakkumulerbar, Toksisk.
Penta-BDE	Flammehæmmeren pentabromdiphenylether
PUR	Polyurethan (eller også skrevet polyuretan) – forkortes også nogle gange PU
RCR	Risk Characterisation Ratio. Anvendes i risikoen til at fastlægge om der er tale om en risiko eller ej.
SVOC	Semi Volatile Organic Compounds (semiflygtige organiske forbindelser). Defineres som alle stoffer efter n-hexadecan (n-C16) men mellem og inklusiv n-docosan (n-C22).
TCPP	Flammehæmmeren tris(2-chloroisopropyl)fosfat (CAS 13674-84-5)
TCEP	Flammehæmmeren tris(2-chloroethyl)fosfat (CAS 115-96-8)
TDCPP	Flammehæmmeren tris(1,3-dichloroisopropyl)fosfat (CAS 13674-87-8)
Tetra-BDE	Flammehæmmeren tetrabromdiphenylether
TVOC	Total Volatile Organic Compounds (total flygtige organiske forbindelser)
VOC	Volatile Organic Compounds (flygtige organiske forbindelser). Defineres som alle stoffer mellem og inklusiv n-hexan (n-C6) og n-hexadecan (n-C16).
vPvB	Står for stoffer, der er meget persistente i miljøet. vPvB = very Persistent very Bioaccumulative.
VVOC	Very Volatile Organic Compounds (meget flygtige organiske forbindelser). Defineres som alle stoffer før n-hexan (n-C6).

1. Indledning

Polyurethan (PUR) skum er en fællesbetegnelse for en gruppe af celleplast-materialer, dvs. en skumplasttype (Plastindustrien, 2019). PUR-skum er fleksibelt polyurethan, dvs. skum der kan trykkes sammen. Flexibelt PUR udgør ifølge Plastindustrien ca. 60 % af branchens produktionen af PUR. Den resterende del er stift PUR. PUR-skum anvendes hovedsageligt til madrasser, puder, sæder og hynder til møbelsektoren.

1.1 Baggrund

I 2018 gennemførte Miljøstyrelsen et kortlægningsprojekt "Undersøgelse og risikovurdering af parfume og andre organiske stoffer i squishy legetøj" (Klinke et al., 2018). Alle undersøgte squishies i dette projekt var fremstillet af PUR-skum. Dette projekt peger på, at afgangning af forskellige kemiske stoffer fra PUR-skum kan udgøre en risiko for sundheden. Det tidligere kortlægningsprojekt om squishies identificerede stoffer som aminer, dimethylformamid (DMF) og andre (semi) volatile organiske forbindelser ((S)VOC), som ikke er bundet i PUR-materialet og derved bliver frigivet over tid eller ved mekanisk påvirkning af materialet. Fælles for de identificerede stoffer er, at de kan udløse luftvejsirritation og ved længere tids eksponering forårsage skader i slimhinden. Desuden er nogle af stofferne reproduktionstoksiske og/eller kræftfremkaldende.

Andre tidligere af Miljøstyrelsens kortlægningsprojekter har identificeret ftalater og flammehæmmere (chlor/fosforbaserede og bromerede) i auto-stole og baby-madrasser, og chlor/fosfor-baserede flammehæmmere i møbelskum. Det offentliggjorte projekt fra det Økologiske Råd "Indeklima i daginstitutioner" i marts 2019 har også identificeret fosforbaserede flammehæmmere i støv i daginstitutioner, som vurderes blandt andet at stamme fra møbelskum i daginstitutionerne.

På trods af de tidligere udførte kortlægningsprojekter mangler der konkret viden om afgangning fra forbrugerprodukter af PUR-skum.

Miljøstyrelsen har desuden modtaget henvendelser fra bekymrede forbrugere, som kan indikere, at (S)VOC kan afgasse fra voksenmadrasser. Forbrugere – både børn og voksne – er i tæt kontakt med PUR-skummaterialer i lang tid dagligt, og kan derfor potentielt udsættes for (S)VOC afgasset fra PUR-skummet.

1.2 Formål

Dette projekt har først og fremmest til formål at undersøge, hvilke kemiske stoffer der afgasser fra forbrugerprodukter, som primært består af PUR-skum. Formålet med projektet er derfor at analysere flere forskellige typer af PUR-skumprodukter for at kortlægge, hvilke stoffer der afgasser og i hvilke koncentrationer. Formålet er at vurdere, hvorvidt der kan forekomme en sundhedsrisiko for forbrugerne under realistisk forventet brug af produkterne.

Derudover er et formål med projektet også at få analyseret, hvorvidt der findes overtrædelser af visse grænseværdier for indhold af kemiske stoffer fastsat i lovgivningen.

Endelig har projektet til formål at undersøge, om der er forskel på afgangning og indhold af kemiske stoffer i produkter købt i Danmark, købt i EU eller købt uden for EU.

1.3 Afgrænsning

De forbrugerprodukter, der er i fokus i dette projekt, er produkter, som hovedsageligt består af blødt fleksibelt PUR-skum, dvs. elastiske skumprodukter. Projektet består både af en kortlægningsdel og en kontroldel.

- Kortlægningsdelen er afgrænset til primært at have fokus på afgangning (emission af kemiske stoffer). Desuden er der foretaget kemiske analyser for indhold af chlor/fosfor-baserede flammehæmmere, da Miljøstyrelsen ønsker mere viden om disse stoffer i forbrugerprodukter af PUR-skum.
- Kontroldelen har fokus på overholdelse af grænseværdier for visse indholdsstoffer. Der er her valgt et fokus på kontrol af, om lovgivningen er overholdt mht. indhold af ftalater og bromerede flammehæmmere.

Da det primære fokus er på afgangning af kemiske stoffer, er der derfor bevidst valgt at fokusere på større produkter af PUR-skum (eller produkter, der består af en stor procentdel af PUR-skum), som potentielt kan afgasse kemiske stoffer til rum i hjemmet, hvor vi opholder os mest, dvs. på børneværelset, i soveværelset eller i stuen. Produkterne, der er undersøgt i projektet, er afgrænset til såkaldte 'hvile-produkter', dvs. produkter med en lang eksponeringstid og som findes i indåndingszonen. Produkter til små børn (dvs. under 3 år) udgør desuden en stor del af de undersøgte produkter. Der er således valgt et fokus på følgende typer af produkter:

- Madrasser (børn og voksne)
- Større tumlemøbler til børn
- Møbler (børn og voksne)
- Foldemadrasser
- Puslepuder
- Hovedpuder (voksne)
- Andre større produkter med "memory" skum

Mindre forbrugerprodukter, der består af PUR-skum, såsom rengøringssvampe, skumvaskeklude m.m. er således bevidst valgt fra i dette projekt. Undersøgelse af autostole er også et bevidst fravalg i dette projekt. Dels har autostole været undersøgt i et tidligere projekt, og dels anvendes produktet i bilen og ikke i hjemmet. Ligeledes er kontorstole et bevidst fravalg i projektet, da den samlede mængde skum og eksponeringsgraden fra disse produkter vurderes at være begrænset set i forhold til de udvalgte hvile-produkter.

2. Polyurethan (PUR)

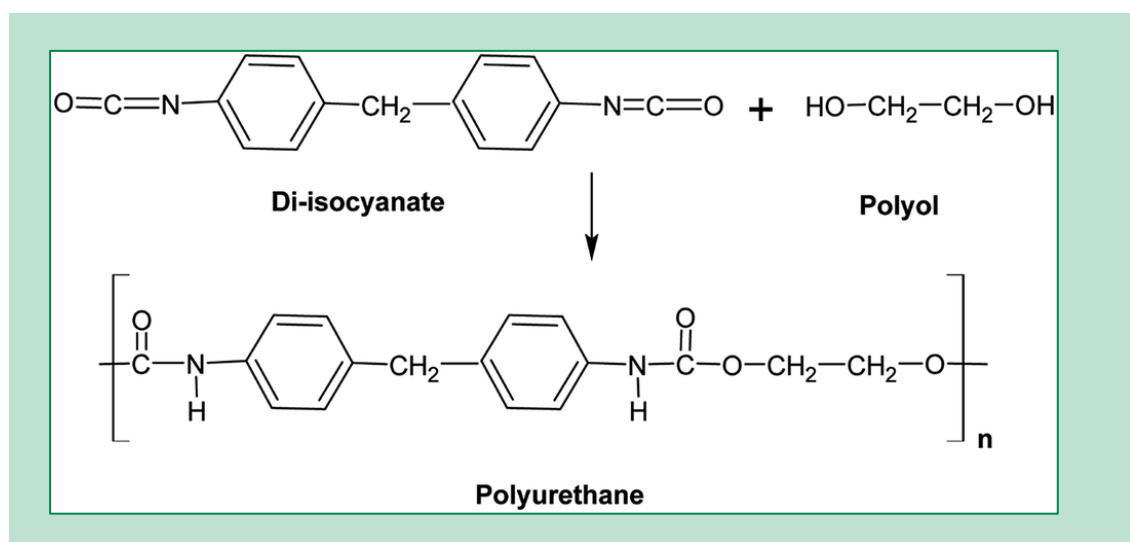
I dette kapitel beskrives kort, hvad polyurethan (PUR) er, og hvordan det fremstilles.

2.1 Hvad er PUR?

Polyurethan (PUR eller PU) er en polymer og kendetegnet ved at indeholde urethanbindinger, eller deraf afledede forbindelser, dvs. forbindelser med strukturen $[-R_1-NH-CO-O-R_2-]_n$.

Polyurethan fremstilles typisk ved at reagere en flerfunktionel isocyanat, som oftest en diisocyanat, og en polyol med flere alkoholgrupper i en urethan polymerisation (se FIGUR 1 herunder).

I praksis benyttes oftest kun to diisocyanater, nemlig toluendiisocyanat (TDI), og 4,4-di-phenylmethan-diisocyanat (MDI), men der findes en række forskellige tilgængelige forbindelser.



FIGUR 1. Polyurethan¹ fremstillet ved polymerisering af diisocyanat og en polyol

2.2 Forskellige typer af PUR-skum

Der findes både polyester polyoler, som det første fleksible polyurethanskum var baseret på, og (mere udbredt) polyether polyoler, som resulterer i forskellige materialeegenskaber afhængig af anvendelsen. De polyol råvarer, dvs. både polyether og polyester polyoler, der anvendes til fremstilling af polyurethan, er typisk allerede højmolekylære komponenter fremstillet fra monomerer.

PUR-skum baseret på hhv. polyester polyol og polyether polyol kaldes også for hhv. polyester-skum og polyetherskum.

Der er generelt et meget stort udvalg af brugbare polyisocyanater, polyoler og andre reaktive additiver og tilsætningsstoffer, der muliggør en stor variation af en række materialeegenskaber, herunder massefylde, fleksibilitet, cellestruktur mv.

¹ <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2016/ra/c6ra14525f#!divAbstract>

Fordelen ved polyurethan er, at den kan fremstilles som skum, eller mere korrekt kaldet celleplast. Celleplast er en fælles betegnelse for porøs skumplast. Fremstilling af skumplast kræver dannelse af en gas samtidig med, at urethan polymerisationen foregår. Opskumningen kan foregå kemisk, f.eks. ved at de sammenblandede reagenser afgiver CO₂ som drivmiddel eller fysisk, f.eks. ved iblanding af et væskeformigt drivmiddel, som fordamper ved opvarmning som følge af reaktionsprocessen. Traditionelt har der tidligere været anvendt forskellige chlorfluorhydrocarboner (CFC-gasser), men da disse er forbudte at anvende i dag, anvendes i stedet f.eks. HFC'er (hydrofluorcarbons) eller forskellige hydrokarboner (HC'er) såsom cyclopentan eller isopentan (Singh, 2002).

Polyurethan kan opdeles i hhv. stive og fleksible/bløde typer², og igen i undergrupper, afhængig af massefylde:

Stive polyurethaner

- Massive typer 1200 kg/m³
- Stift intergralskum 100-800 kg/m³
- Isoleringsskum 32-100 kg/m³
- Ultra lette skum 8-30 kg/m³

Fleksible polyurethaner

- Massiv, fleksibel 1100-1250 kg/m³
- Mikrocellulær, fleksibel 100-1100 kg/m³
- Integralskum, fleksibel 100-800 kg/m³
- Lette 15-60 kg/m³

I en søgning på internettet på bl.a. madrasser støder man på mange forskellige typer af begreber/materialer for skummadrasser, bl.a.:

- Skum
- Koldskum
- Viskoelastisk skum
- Polyetherskum
- Polyesterskum
- Memory foam ("hukommelseskum")

Ifølge en dansk producent af PUR-skum er ovenstående begreber alle varianter af PUR-skum og er forklaret på følgende måde³:

- PUR-skum kaldes også PU-skum, polyurethanskum eller blot polyurethan. PUR-skum er et fleksibelt materiale med en åben cellestruktur.
- Koldskum (eller High Resilience (HR) skum) er en særlig variant af polyurethanskum, hvor den primære forskel fremkommer i de høje elastiske egenskaber. Ofte refereres det også som højelastisk skum.
- Polyetherskum er en særlig variant af polyurethanskum og er kendetegnet ved en høj rivstyrke og modstandsdygtighed overfor fugt, hvilket gør den særlig holdbar.
- Polyesterskum er en variant af polyurethanskum, som er velegnet til mere teknisk prægede anvendelser end varianten polyetherskum, da det er mere slidstærkt.
- "Memory foam" er et forholdsvis blødt materiale, der bruger kropsvarme og kropsvægt til at forme sig⁴. Historien om "memory foam" strækker sig helt tilbage til 1966, hvor materialet blev udviklet af NASA, hvilket er grunden til, at skumtypen også er kendt som 'NASA skum'.

² <https://plast.dk/det-store-plastleksikon/polyurethan-pur-plast/>

³ <https://arbi-skum.dk/skummaterialer/polyurethanskum>

⁴ <https://www.sengefabriksudsalg.dk/pages/topmadras-guide>

"Memory foam" er PUR-skum, der er tilsat kemiske stoffer for at ændre på 'oplevelsen' af skummet⁵.

Der findes også madraser af latexskum eller skumlatex, som er baseret på naturgummi (dvs. ikke PUR). Da disse ikke er fremstillet af PUR, er de derfor ikke prioriteret i denne kortlægning.

2.3 Additiver anvendt i PUR-skum

Generelt anvendes en række forskellige råvarer, additiver og proceshjælpstoffer, både for at styre fremstillingsprocessen og for at give slutproduktet de rette egenskaber herunder: katalysatorer, additiver og solventer (Oertel, 1993). BASF har eksempelvis angivet en række forskellige produkter, der kan anvendes i PUR-skum produktion⁶.

2.4 Lugtgener fra PUR-skum

Flere debatsider/internetsider indeholder indlæg om lugtgener fra nyindkøbte skummadrasser⁷ og i nogle tilfælde beskrivelser af forbrugere, der bliver decideret dårligt af at sove på deres skummadrasser.

Organisationen EUROPUR (European Association of flexible polyurethane foam blocks manufactures) beskriver i en undersøgelse af VOC-emissioner fra PUR-skum (Hillier et al., 2003), at lugt fra PUR-skum sjældent er et praktisk problem, men at lugtgenerne skyldes, at mange af de urenheder, der findes i råmaterialerne til PUR-skum, har ekstremt lave lugtgrænseværdier, dvs. de kan lugtes selv ved meget lave koncentrationer. Det gælder f.eks. stofferne toluen og xylene, der har en lugtgrænseværdi på omkring 0,1 ppm, og styren, der har en endnu lavere lugtgrænseværdi på under 0,03 ppm (Hillier et al., 2003).

⁵ <https://sleeponlatex.com/blogs/news/8948719-choosing-between-polyurethane-foam-memory-foam-and-latex-foam>

⁶ http://www.intermediates.basf.com/chemicals/web/en/function/conversions:/publish/content/news-and-publications/brochures/download/BASF_PUR_Brochure.pdf

⁷ <https://chem-tox.com/beds/toxicbeds.htm>

3. Lovgivning

Både i Danmark og i EU eksisterer der lovgivning, der stiller krav til indhold af forskellige kemiske stoffer i forbrugerprodukter. Den gældende lovgivning afhænger dels af valg af materiale, men også typen af produkter, f.eks. er der særlige krav til småbørnsartikler, som i dansk lovgivning er defineret som "ethvert produkt, som er beregnet til eller normalt må forventes at blive puttet i munden af børn i alderen 0-3 år" (Bekendtgørelse om forbud mod ftalater i legetøj og småbørnsartikler (BEK nr. 855, 2009).

Der eksisterer således også lovgivning omkring indhold af kemiske stoffer i forbrugerprodukter, som er relevant for produkter af PUR-skum. Lovgivningen skelner i nogle tilfælde mellem typen af produkter (f.eks. småbørnsartikler) og hvordan produkterne bruges (f.eks. produkter med direkte hudkontakt). Den relevante lovgivning – opdelt efter forskellige grupper af kemiske stoffer – er:

- Ftalater:
 - Er reguleret for småbørnsartikler⁸ via REACH (EU Forordning nr. 1907/2006⁹), Annex XVII og i den danske bekendtgørelse om forbud mod ftalater (BEK nr. 855, 2009¹⁰)
- Dimethylfumarat:
 - Er reguleret i alle artikler via REACH (EU Forordning nr. 1907/2006) Annex XVII
- Flammehæmmere:
 - Visse bromerede flammehæmmere er reguleret i alle artikler via POP-forordningen (EU Forordning nr. 850,2004¹¹) og REACH (EU Forordning nr. 1907/2006) Annex XVII
- Organiske tinforbindelser:
 - Visse organiske tinforbindelser er reguleret i alle artikler via REACH (EU Forordning nr. 1907/2006) Annex XVII
- PAH'er (polyaromatisk hydrocarboner):
 - Visse PAH'er er reguleret i alle artikler af plast eller gummi, som kommer i langvarig eller gentagen kortvarig berøring med hud eller mundhule via REACH (EU Forordning nr. 1907/2006) Annex XVII

I dette projekt er der valgt at fokusere på ftalater og flammehæmmere, hvor der er specifik lovgivning, samt afgivelse af VOC'er, hvor der ikke eksisterer specifik lovgivning for kemiske stoffer. I det sidste tilfælde vil det være produktsikkerhedsloven, der er gældende. Der er derfor valgt udelukkende at beskrive disse lovgivninger nærmere nedenfor.

⁸ Det skal bemærkes, at der i den danske oversættelse anvendes begrebet "småbørnsartikler", selvom der på engelsk anvendes begrebet "childcare articles" (børneomsorgsprodukter). Se nærmere forklaring i afsnit 3.1.

⁹ Europa-Parlamentets og Rådets Forordning (EF) Nr. 1907/2006 af 18. december 2006 om registrering, vurdering og godkendelse af samt begrænsninger for kemikalier (REACH), om oprettelse af et europæisk kemikalieagentur og om ændring af direktiv 1999/45/EF

¹⁰ BEK nr. 855 af 5.9.2009. Bekendtgørelse om forbud mod ftalater i legetøj og småbørnsartikler.

¹¹ Europa-Parlamentets og Rådets Forordning (EF) Nr. 850/2004 af 29. april 2004 om persistente organiske miljøgifte og om ændring af direktiv 79/117/EØF.

3.1 Ftalater i småbørnsartikler

Ftalater i småbørnsartikler er reguleret via både REACH Annex XVII og den danske bekendtgørelse om forbud mod ftalater (BEK nr. 855, 2009). For begge lovgivninger gælder, at begrænsningen i brugen af ftalater udelukkende gælder for hvad der kaldes "småbørnsartikler". Det skal imidlertid pointeres, at der er forskel på definitionerne. I REACH anvendes begrebet på engelsk "childcare articles" (børneomsorgsprodukter), men dette er i den danske oversættelse betegnet "småbørnsartikler". Definitionen af småbørnsartikler er forskellig i REACH og den danske ftalatlovgivning, hvor definitionen i REACH primært går på brugen, og hvor definitionen i den danske ftalatbekendtgørelse ud over forventet brug også går på alder (børn under 3 år). I denne rapport er anvendt betegnelsen "småbørnsartikler", som er angivet i den danske oversættelse af REACH, men med "childcare articles" angivet i parentes. De præcise definitioner af brugen af begrebet småbørnsartikler er angivet nedenfor i de respektive afsnit.

3.1.1 REACH Annex XVII (EU)

REACH Annex XVII indgang nr. 51 og 52 stiller krav til visse ftalater i legetøj og småbørnsartikler ("childcare articles"). REACH definerer ikke småbørnsartikler ("childcare articles") ud fra aldersgruppen, de er henvendt til, men ud fra brugen. Ifølge spørgsmål og svar på ECHAs hjemmeside¹² og REACH XVII indgang nr. 52 defineres småbørnsartikler ("childcare articles") som "ethvert produkt, der har til formål at gøre det lettere for børn at sove eller slappe af, som anvendes til børns hygiejne, eller som børn kan spise med eller kan sutte på". Dvs. produkter som hovedpuder, madrasser, sengerande til babysenge, puslepuder osv. er omfattet af denne definition.

Ifølge REACH Annex XVII indgang nr. 51 må nedenstående ftalater ikke anvendes i legetøj og småbørnsartikler ("childcare articles") – hverken enkeltvis eller i kombination af disse ftalater:

- DEHP
- DBP
- BBP
- DIBP – Kravet gælder dog først fra 7. juni 2020

Grænseværdien er 0,1 % (w/w) og gælder enkeltvis eller for summen af de fire ovenfor listede ftalater (DIBP dog først fra 7. juni 2020).

Ifølge REACH Annex XVII indgang nr. 52 må nedenstående ftalater ikke anvendes i legetøj og småbørnsartikler ("childcare articles"), som børn vil kunne putte i munden – hverken enkeltvis eller i kombination af disse ftalater:

- DINP
- DIDP
- DNOP

Grænseværdien er 0,1 % (w/w) og gælder enkeltvis eller for summen af de tre ovenfor listede ftalater.

Ifølge ECHAs hjemmeside¹³ og ECHAs vejledning til definition af "som børn vil kunne putte i munden" (ECHA, årstal ukendt) defineres artikler, som børn kan sutte på eller putte i munden, som produkter har en dimension, der er under 5 cm på den ene led. Ifølge ECHAs vejledning betyder det, at f.eks. sengerande hører under produkter, som børn vil kunne putte i munden,

¹² <https://echa.europa.eu/da/support/qas-support/browse/-/qa/70Qx/view/scope/REACH/Restrictions>. Her defineres småbørnsartikler (childcare articles), som "any product intended to facilitate sleep, relaxation, hygiene, the feeding of children or sucking on the part of children".

¹³ <https://echa.europa.eu/da/support/qas-support/browse/-/qa/70Qx/view/scope/REACH/Restrictions>

da hjørnerne kan puttes i munden. Til gengæld regnes hjørner af madrasser ikke for produkter, der kan puttes i munden (med mindre, der er tale om meget tynde madrasser, som f.eks. en topmadras). Både madrasser og puslepuder er omfattet af REACH Annex VII indgang 51, da de er produkter, der har til formål at gøre det lettere for børn at sove, eller produkter, der anvendes til børns hygiejne. For eksemplet med madrasser og puslepuder er madrasser således kun omfattet af indgang 51, hvorimod puslepuder er omfattet af ftalaterne i både indgang 51 og 52.

3.1.2 Dansk lovgivning for ftalater i småbørnsartikler (DK)

Den danske bekendtgørelse nr. 855 af 5.9.2009 "Bekendtgørelse om forbud mod ftalater i legetøj og småbørnsartikler" stiller krav til indhold af ftalater i legetøj og småbørnsartikler. Småbørnsartikler er her defineret som "ethvert produkt, som er beregnet til eller normalt må forventes at blive puttet i munden af børn i alderen 0-3 år (0-36 måneder), herunder navnlig narresutter, hagesmække, smykker og badeudstyr m.v." (BEK nr. 855, 2009).

Den danske bekendtgørelse angiver, at import eller salg af legetøj og småbørnsartikler eller dele deraf, der indeholder ftalater i en koncentration over 0,05 % (w/w) er forbudt. Ftalater er her defineret som alle ftalater, dvs. estere af o-ftalsyre. Den danske bekendtgørelse omfatter dog ikke de ovenfor beskrevne ftalater, der er reguleret via REACH Annex XVII, dvs. DEHP, DBP, BBP, DINP, DIDP og DNOP.

Den danske lovgivning for ftalater i småbørnsartikler vil således være gældende for f.eks. sengerande, hovedpuder til babyer og puslepuder, som vil have en dimension under 5 cm på den ene led, og derved vil kunne puttes i munden af små børn.

3.2 Flammehæmmere (EU)

Visse bromerede flammehæmmere er reguleret via både POP-forordningen (EU Forordning nr. 850, 2004) og REACH (EU Forordning nr. 1907, 2006) Annex XVII. Disse er nærmere beskrevet nedenfor.

3.2.1 POP-forordningen (EU)

POP-forordningen¹⁴ (EU Forordning nr. 850, 2004) om persistente organiske forureninger ("persistent organic pollutants" (POP)) stiller krav til indhold af følgende bromerede flammehæmmere i alle artikler:

- Tetra-BDE – grænseværdi 10 mg/kg
- Penta-BDE – grænseværdi 10 mg/kg
- Hexa-BDE – grænseværdi 10 mg/kg
- Hepta-BDE – grænseværdi 10 mg/kg
- HBCDD – grænseværdi 100 mg/kg

Begrænsningen for disse bromerede flammehæmmere gælder alle artikler og gælder for den flammehæmmende del af artiklen. Det vil sige, lovgivningen er gældende for alle de PUR-skumprodukter, der er undersøgt i dette projekt.

3.2.2 REACH Annex XVII (EU)

REACH (EU Forordning nr. 1907, 2006) Annex XVII stiller krav til følgende bromerede flammehæmmere i artikler:

- Octa-BDE (indgang nr. 45) – grænseværdi 1000 mg/kg
- Deca-BDE (indgang nr. 67) – grænseværdi 1000 mg/kg – trådte i kraft 2. marts 2019

¹⁴ Europa-Parlamentets og Rådets Forordning (EF) Nr. 850/2004 af 29. april 2004 om persistente organiske miljøgifte og om ændring af direktiv 79/117/EØF

Begrænsningen for disse bromerede flammehæmmere gælder alle artikler. Det vil sige, lovgivningen er gældende for alle de PUR-skumprodukter, som er undersøgt i dette projekt.

3.3 Produktsikkerhedslovgivningen (DK)

Den danske bekendtgørelse af lov om produktsikkerhed¹⁵ (LBK nr. 3, 2019) er baseret på bestemmelser i EU-direktiv nr. 95/2001 om produktsikkerhed i almindelighed. Ifølge produktsikkerhedslovgivningen er det udelukkende tilladt at gøre sikre produkter tilgængelige på det indre marked. Med sikre produkter forstås (som defineret i LBK nr. 3 (2019)):

"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. Ved vurderingen af, om der er tale om begrænsede og acceptable risici, skal følgende inddrages:

- a) Produktets egenskaber, herunder dets sammensætning og emballering samt betingelser for montering og i givet fald installation og vedligeholdelse.
- b) Produktets virkning på andre produkter, såfremt det kan forudses anvendt sammen med sådanne produkter.
- c) Produktets præsentationsmåde, mærkning, eventuelle advarsler og anvisninger vedrørende dets anvendelse og bortskaffelse samt alle andre angivelser eller oplysninger om produktet.
- d) De kategorier af forbrugere, for hvem anvendelsen af produktet udgør en risiko".

En væsentlig pointe er således, at produktets sammensætning og dermed indhold af kemiske stoffer også spiller ind i forhold til vurdering af, om et produkt er sikkert. Hvis der foretages en risikovurdering af et indholdsstof i et produkt, der viser en risiko for forbrugeren ved anvendelse, betyder det således, at produktet er ulovligt at markedsføre ifølge produktsikkerhedslovgivningen. Det samme vil gøre sig gældende for stoffer, der afgasser fra produkterne.

Produktsikkerhedslovgivningen gælder ikke for de sikkerhedsaspekter, hvor der ved anden lovgivning allerede er fastsat bestemmelser vedrørende sikkerhed.

¹⁵ Bekendtgørelse af lov om produktsikkerhed. LBK nr. 3 af 3.1.2019. <https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=206230>

4. Certificeringsordninger for PUR-skum

Der eksisterer i dag forskellige certificeringsordninger for produkter af PUR-skum, som stiller krav til både indhold af og afgangning af kemiske stoffer fra materialet. Der er i en søgning efter certificeringsordninger for PUR-skum i dette projekt identificeret følgende ordninger:

- CertiPUR – certificeringsordning fra det europæiske EUROPUR (European Association of flexible polyurethane foam blocks manufactures) for PUR-skum
- CertiPUR-US – amerikansk certificeringsordning for PUR-skum
- TÜV Rheinland – certificeringsordning for madrasser som varetages af det tyske TÜV Rheinland LGA Products GmbH
- IKEA har deres egne krav til PUR-skum produkter, som ikke er offentlig tilgængelige¹⁶
- Oeko-Tex Standard 100 "Confidence in Textiles", som også gælder for madrasser¹⁷

Det er forskelligt, hvor omfattende de forskellige certificeringsordninger for produkter af PUR-skum er. Nogle af de mest omfattende certificeringsordninger er beskrevet nærmere nedenfor – dette gælder de to CertiPUR certificeringsordninger og TÜV Rheinlands certificeringsordning for madrasser. IKEAs standard er ikke nærmere beskrevet, idet kravene ikke er offentligt tilgængelige. Desuden er Oeko-Tex 100 standarden heller ikke beskrevet nærmere, idet denne er opstået som et mærke for tekstiler, men ordningen gælder i dag også for madrasser, hvor det i så fald er et krav, at både tekstil (skal) og skum (kerne) testes op imod kriterierne¹⁸. Oeko-Tex 100 fokuserer primært på indhold af kemiske stoffer og knap så meget på afgangning. Der stilles f.eks. krav til følgende afgassede stoffer for Oeko-Tex 100 standarden: formaldehyd, toluen, styren, 4-vinylcyclohexen, 4-phenylcyclohexen, butadien, vinylchlorid, samt en samlet sum for aromatisk hydrokarboner og VOC.

4.1 Generelt om CertiPUR-US og CertiPUR

Den officielle forklaring på tilblivelsen af CertiPUR er ifølge den amerikanske CertiPUR hjemmeside, at amerikanske PUR-skumproducenter var bekymret for, at de importerede produkter af PUR-skum indeholdt kemiske stoffer, der var forbudt i USA. Derfor blev der oprettet CertiPUR-US certificeringsordningen. Ordningen startede i USA i 2008, men skumproducenter fra hele verden kan anvende ordningen og CertiPUR mærket, så længe kravene opfyldes¹⁹.

I FIGUR 2 nedenfor er afbildet de officielle CertiPUR mærker. CertiPUR-US er den amerikanske certificeringsordning, og EuroPUR står bag den europæiske certificeringsordning, der kaldes CertiPUR. Principperne bag mærkerne er forholdsvis ens – de er begge frivillige ordninger, hvor der foretages test af afgangning og indhold af specifikke kemiske stoffer af uafhængige laboratorier, men der er forskelle på de krav, som ordningerne stiller til afgangning og indhold af kemiske stoffer.

¹⁶ Information modtaget fra Dan Foam ved personlig kommunikation i dette projekt.

¹⁷ https://www.oeko-tex.com/media/init_data/downloads/STANDARD%20100%20by%20OEKO-TEX@%20-%20Standard.pdf

¹⁸ [https://www.oeko-tex.com/media/downloads/Custom Information Certification of Mattresses and Bedding EN.pdf](https://www.oeko-tex.com/media/downloads/Custom%20Information%20Certification%20of%20Mattresses%20and%20Bedding%20EN.pdf)

¹⁹ <https://certipur.us/about-the-seal/about-certipur-us/>



FIGUR 2. Mærket for certificeringsordningen CertiPUR-US (amerikansk udgave af CertiPUR) og CertiPUR (europæisk udgave af CertiPUR håndteret af EuroPUR)

4.1.1 CertiPUR-US

Den amerikanske certificeringsordning CertiPUR-US skriver på deres hjemmeside, at kravene til CertiPUR-US ordningen blev udviklet i et samarbejde med PUR-skumindustrien og førende miljøeksperter, kemikere og forskere fra akkrediterede laboratorier, samt sengeudstørs- og møbelindustrien.

Når virksomheder gør brug af CertiPUR-US ordningen, omfatter det følgende:

- En formular vedr. reglerne for CertiPUR-US-ordningen skal underskrives (CertiPUR-US, 2019b)
- Produkterne, virksomheden producerer, skal testes på et af de godkendte uafhængige CertiPUR laboratorier og de tests, der skal gennemføres, er beskrevet i deres tekniske retningslinjer (CertiPUR-US, 2019a) – der skal gennemføres både fysiske test og analytiske test for indhold og afgangning af kemiske stoffer
- CertiPUR-US logo skal anvendes korrekt efter de opstillede retningslinjer, og markedsføringsmateriale skal godkendes af CertiPUR-US på forhånd (CertiPUR-US, 2019b)
- CertiPUR-US gennemfører stikprøvekontrol af udvalgte CertiPUR-US produkter på markedet²⁰

De relevante krav til indhold og afgangning af kemiske stoffer er beskrevet i detaljer nedenfor og er opstillet i tabeller sammen med kravene i den europæiske CertiPUR ordning, som EuroPUR står bag, i TABEL 1 til TABEL 8.

4.1.1.1 Krav til prøvetagning og klimakammertest

CertiPUR-US stiller nedenstående krav til prøvetagningen af produkterne og de klimakammertest, der skal udføres.

Produktet, der udvælges til test for indhold og afgangning af kemiske stoffer, skal være et produkt, der fremstilles ofte, og som forventes at have de højeste emissioner.

²⁰ <https://certipur.us/about-the-seal/about-certipur-us/>

Der skal udtages midterstykker fra PUR-skum produkterne (dvs. ikke sidestykker eller hjørnestykker), som er minimum 35 cm fra en kant. Hvis dette ikke kan lade sig gøre, skal det midterste stykke af produktet anvendes som prøve. Prøven skal udtages senest 7 dage efter skumproduktionen, skal være ankommet til testlaboratoriet inden 14 dage og skal være testet i klimakammeret for afgangning af VOC inden 35 dage efter modtagelsen af prøven.

Der skal udtages to identiske prøver (udtaget ved siden af hinanden) med størrelsen 25 x 20 x 15 cm. Der skal anvendes ftalatfrie handsker ved prøvetagningen og saven, der anvendes, skal være ren for olie, silikoner eller andre flygtige stoffer. Prøverne skal med det samme efter udkæring pakkes ind hver for sig i stanniol eller i såkaldte Mylar poser (en metaliseret polyesterpose).

Klimakammertest skal udføres efter testmetode ISO 16000 del 3, 6, 9 og 11 med et klimakammervolumen på 0,5 eller 1 m³. Skumprøven skal anbringes i bunden af klimakammeret. Prøven i klimakammeret skal stå ved 23 °C, 50% luftfugtighed (RH) og med et luftskifte på 0,5 per time i et klimakammer med en kammerbelastning på 0,4 m²/m³. (CertiPUR-US, 2019a)

4.1.2 CertiPUR (EuroPUR)

Bag den europæiske certificeringsordning CertiPUR står EuroPUR, der er den europæiske forning for fabrikanten af fleksible polyurethan skumblokke²¹.

Når virksomheder gør brug af CertiPUR ordningen, omfatter det følgende:

- Der skal udfyldes og underskrives en ansøgningsformular, hvor blandt andet produkterne, der skal omfattes, beskrives (CertiPUR, 2019)
- I ansøgningsformularen skrives der bl.a. under på, at der ikke bevidst er tilsat stoffer, som er forbudt ifølge kravene i CertiPUR, f.eks. ftalater
- Produkterne, virksomheden producerer, skal testes på et af de godkendte uafhængige CertiPUR laboratorier. De tests, der skal gennemføres, er beskrevet i deres tekniske retningslinjer (CertiPUR, 2019) – der skal udelukkende gennemføres analytiske test for indhold og afgangning af kemiske stoffer
- CertiPUR logo skal anvendes korrekt efter de opstillede retningslinjer (CertiPUR, 2019)
- Der skal betales for at være med i CertiPUR-ordningen, og ordningen er gældende i 3 år
- Det er et krav, at der årligt skal gennemføres test på CertiPUR-certificerede produkter (CertiPUR, 2019)

De relevante krav til indhold og afgangning af kemiske stoffer er beskrevet i detaljer nedenfor og er opstillet i tabeller sammen med kravene i den europæiske CertiPUR-ordning, som EuroPUR står bag, i TABEL 1 til TABEL 8.

4.1.2.1 Krav til prøvetagning og klimakammertest

CertiPUR stiller nedenstående krav til prøvetagningen af produkterne og de klimakammertest, der skal udføres.

Der skal udtages midterstykker fra PUR-skumprodukterne (midterstykkerne af en blok på minimum 2 meter). Produktet skal repræsentere en normal produktion eller være del af en normal produktion. Prøverne skal skæres ud af blokken mindre end en uge efter produktion af blokken og skal derefter pakkes og sendes med det samme.

Der skal udtages flere identiske prøver (så mange testlaboratoriet nu har brug for) og en ekstra kontrolprøve, der skal opbevares i 6 måneder på virksomheden. Prøvestørrelsen, der skal skæres ud, er 25 x 20 x 15 cm. Der skal anvendes ftalatfrie handsker (gerne PU eller latex

²¹ <https://www.europur.org/>

handsker) ved prøvetagningen. Prøverne skal med det samme efter udskæring pakkes ind hver for sig i stanniol og herefter i PE-folie. Prøverne skal placeres i en papkasse og sendes til et af de akkrediterede laboratorier efter eget valg.

Klimakammertest skal udføres efter testmetode ISO 16000 del 3, 6, 9 og 11 med et klimakammervolumen på 0,5 eller 1 m³. Skumprøven skal anbringes i bunden af klimakammeret, og der står direkte angivet som et krav, at prøven skal stilles på en af de mindste sider (arealmæssigt). Prøven i klimakammeret skal stå ved 23 °C, 50% luftfugtighed (RH) og med et luftskifte på 0,5 per time i et klimakammer med en kammerbelastning på 0,4 m²/m³. (CertiPUR, 2019)

4.1.3 TÜV Rheinland

TÜV Rheinland er en international service organisation, der leverer uafhængig inspektion og har blandt andet opstillet kriterier for emission, lugt og indhold af kemiske stoffer for madrasser (af PUR-skum). Det er organisationen TÜV Rheinland LGA Products GmbH, der står for test og vurdering af firmaers produkter. Hvis kravene er opfyldt, må der anvendes TÜV Rheinalds certificeringsmærke.

TÜV Rheinalds kriterier til madrasser hedder '2 PFG S 0135/03.14' og består ikke blot af et kriteriesæt, der skal overholdes, men af forskellige moduler, som man kan vælge at følge. F.eks. kan man opnå TÜV Rheinalds certificeringsmærke sammen med f.eks. en af følgende sætninger afhængig af, hvilke krav der leves op til:

- 'LGA-tested for contaminants' (testet for forureninger)
- 'Tested for harmful substances' (testet for skadelige stoffer)
- 'Emission tested' (testet for emissioner)
- 'Low odour' (lav lugt)

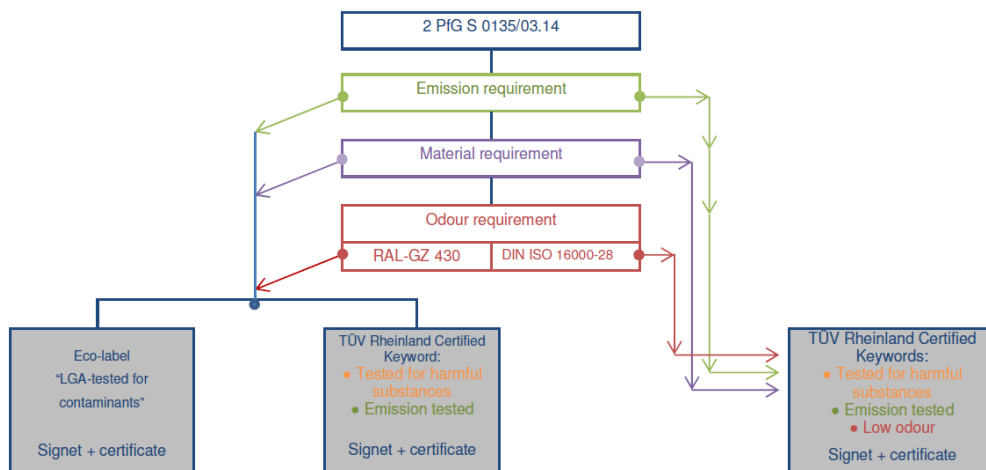
I FIGUR 3 nedenfor er indsat fig. 1 fra TÜV Rheinalds kriteriedokument, der angiver sammenhængen. F.eks. er sætningen "LGA-tested for contaminants" sammen med TÜV Rheinalds mærke det, der illustrerer, at alle krav er overholdt.

Ud over krav til selve PUR-materialet stiller TÜV Rheinland også krav til tekstilet rundt om madrassen. Hvis tekstilet er certificeret ifølge Oeko-Tex 100 standarden, er der dog færre test, som skal gennemføres for tekstilet omkring madrassen.

Som for CertiPUR ordningerne angiver TÜV Rheinland også brug af klimakammer på 1-3 m³, en temperatur på 23 °C, en luftfugtighed på 50 %, men et lidt mindre luftskifte på 0,3 gang per time. TÜV Rheinland kræver målinger ved hhv. 3 og 7 døgn som for CertiPUR ordningerne. Standarden ISO 16000-9 bliver angivet som den standard, der skal følges – ligesom for CertiPUR ordningerne.

I TABEL 1 til TABEL 8 er indsat de krav, TÜV Rheinland stiller til PUR-skum. Det er udelukkende kravene til PUR-skummet, der er angivet, og ikke de krav, de stiller til tekstilerne.

Fig. 1



FIGUR 3. Oversigt over kravene i TÜV Rheinlands kriterier for madrasser. Det er muligt at opnå TÜV Rheinlands mærke, hvis f.eks. kun lugt eller kun emissionskravene er opfyldt (TÜV Rheinland, 2014)

4.2 Oversigt over krav til indhold og afgasning af kemiske stoffer

Nedenstående tabel indeholder en samlet tabel over de krav, der stilles i hhv. CertiPUR-US, CertiPUR (EuroPUR) og TÜV Rheinland certificeringsordningerne. Det skal bemærkes, at kravene, der er listet for TÜV Rheinland, er efter 3 dage. Der stilles lignende krav efter 7 dage, og disse krav er i nogle tilfælde lidt lavere. For nogle stoffer stilles der kun krav til emissionen af disse efter 7 dage. I så fald er disse krav angivet med en bemærkning.

TABEL 1. Emissionskrav til VOC fra PUR-skum efter 3 døgn – klimakammertest

Stofnavn	CAS nr.	CertiPUR-US (mg/m ³)	CertiPUR (mg/m ³)	TÜV Rheinland (mg/m ³)
Formaldehyd (Carc. 1B, Muta. 2)	50-00-0	< 0,1	0,01	< 0,01
Benzen (Carc. 1A, Muta. 1B)	71-43-2	< 0,5	*	*
Toluen (Repr. 2)	108-88-3	< 0,5	0,1	*
Styren (Repr. 2)	100-42-5	< 0,3	0,005	< 0,0065***
Vinylcyclohexen (Carc. 2)	100-40-3	< LOD	-	
4-Phenylcyclohexen (klassificering ukendt)	4994-16-5	< LOD	-	
Butadien (Carc. 1A, Muta. 1B)	106-99-0	< LOD	*	
Vinylchlorid (Carc. 1A)	75-01-4	< LOD	*	
Tetramethylsuccinodinitril (TMSN) (ingen CMR, men giftigt Acut Tox. 1)	3333-52-6	-	-	0,0025***
Alle andre CMR-stoffer (1A eller 1B)		x **	0,005	*

Stofnavn	CAS nr.	CertiPUR-US (mg/m ³)	CertiPUR (mg/m ³)	TÜV Rheinland (mg/m ³)
Sum af alle CMR-stoffer (1A og 1B)		x **	0,04	C 1A: 0,001 C 1B: 0,0015 MR 1A/1B: 0,0025
Sum af alle CMR-stoffer (2)		-	-	< 0,0035
Aromatiske hydrokarboner		< 0,5	0,5	Halogenerede: 0,0025***
Stoffer klassificeret med: Acute Tox 1, 2 eller 3 STOT SE 1 STOT RE 1		-	-	< 0,0035***
Stoffer klassificeret med: Skin Sens. 1 Resp. Sens. 1		-	-	< 0,0035***
TVOC-emissioner		< 0,5	0,5	< 0,015***

LOD = Limit Of Detektion (detektionsgrænse)

* Disse CMR-stoffer er generelt begrænset, da de er CMR kategori 1A eller 1B

** CMR-stoffer i kategori 1A og 1B står som forbudte i CertiPUR-US ordningen

*** Kravet gælder kun ved 7 dage og ikke efter 3 dage

x betyder, at der er krav til disse stoffer i ordningen i form af, at de er forbudte, men ingen specifik grænseværdi er angivet for stoffet

- betyder, at der ikke er et krav til disse stoffer i ordningen

TABEL 2. Indholdskrav til metaller i PUR-skum

Stofnavn	CAS nr.	CertiPUR-US (mg/kg - ppm)	CertiPUR (mg/kg - ppm)	TÜV Rheinland (mg/kg - ppm)
Antimon (Sb)	7440-36-0	0,5	0,5	< 5
Arsenic (As)	7440-38-2	0,2	0,2	< 1
Cadmium (Cd)	7440-43-9	0,1	0,1	< 0,1
Krom total (Cr)	7440-47-3	1,0	1,0	< 2
Krom VI (Cr VI)	18540-29-9	< LOD	0,01	-
Kobolt (Co)	7440-48-4	0,5	0,5	-
Kobber (Cu)	7440-50-8	2,0	2,0	-
Bly (Pb)	7439-92-1	0,2	0,2	< 1
Nikkel (Ni)	7440-20-0	1,0	1,0	< 4
Kviksølv (Hg)	7439-97-6	0,02	0,02	< 0,02
Selen (Se)	7782-49-2	0,5	0,5	-

LOD = Limit Of Detektion (detektionsgrænse)

TABEL 3. Indholdskrav til tinorganiske stoffer i PUR-skum

Stofnavn	CAS nr.	CertiPUR-US (µg/kg - ppb)	CertiPUR (µg/kg - ppb)	TÜV Rheinland (µg/kg - ppb)
Tributyltin (TBT)		500	< 50	< 100
Dibutyltin (DBT)		-	< 100	
Monobutyltin (MBT)		-	< 100	
Tetrabutyltin (TeBT)		-		
Monooctyltin (MOT)		-		

Stofnavn	CAS nr.	CertiPUR-US (µg/kg - ppb)	CertiPUR (µg/kg - ppb)	TÜV Rheinland (µg/kg - ppb)
Diocetylтин (DOT)		-		
Tricyclohexyltin (TcyT)		-		
Triphenyltin (TPhT)		-		
Sum af tinorganiske stoffer		-	< 500	< 500

- betyder, at der ikke er et krav til disse stoffer i ordningen

TABEL 4. Indholdskrav til ftalater i PUR-skum

Stofnavn	CAS nr.	CertiPUR-US (mg/kg - ppm)	CertiPUR (mg/kg - ppm)	TÜV Rheinland (mg/kg - ppm)
Di-iso-nonylftalat (DINP)	28553-12-0	x	x	< 1000
Di-iso-decylftalat (DIDP)	26761-40-0	-	x	
Di-n-octylftalat (DNOP)	117-84-0	-	x	
Di-n-hexylftalat (DHEXP)	84-75-3	x	x	x
Di-(2-ethylhexyl)-ftalat (DEHP)	117-81-7	x	x	< 1000
Butylbenzylftalat (BBP)	85-68-7	x	x	
Dibutylftalat (DBP)	84-74-2	x	x	
Diisobutylftalat (DIBP)	84-69-5	x	-	< 1000
Di-n-pentylftalat (DPENP)	131-18-0	x	-	x
Dicyclohexylftalat (DCHP)	84-61-7	x	-	
Bis(2-methoxyethyl)ftalat (DMEP)	117-82-8	-	-	< 1000
Sum for alle ftalater listet med 'x'		100	100	-
Andre ftalater (C ₆ -C ₁₁ -di-n/iso-ftalater)		-	-	< 1000

x betyder, at der er krav til disse stoffer i ordningen i form af, at de er forbudte, men ingen specifik grænseværdi er angivet for stoffet

- betyder, at der ikke er et krav til disse stoffer i ordningen

TABEL 5. Indholdskrav til TDA/MDA i PUR-skum

Stofnavn	CAS nr.	CertiPUR-US (mg/kg - ppm)	CertiPUR (mg/kg - ppm)	TÜV Rheinland (mg/kg - ppm)
2,4-toluendiain (2,4-TDA)	95-80-7	< 5	< 5	< 3
4,4' diaminodiphenylmethan (MDA)	101-77-9	< 5	< 5	< 3
Sum af begge stoffer		< 5	-	-

- betyder, at der ikke er et krav til summen af disse stoffer i ordningen

TABEL 6. Forbudte opskumningsmidler til PUR-skum

Stofnavn	CAS nr.	CertiPUR-US	CertiPUR	TÜV Rheinland
CFC		X	X *	-
HCFC		X	X *	-
Haloner		-	X	-
Dichlormethan (methylchlorid)		X	-	-

x betyder, at der er krav til disse stoffer i ordningen i form af, at de er forbudte, men ingen specifik grænseværdi er angivet for stoffet

- betyder, at der ikke er et krav til disse stoffer i ordningen

* betyder, at stofferne generelt er forbudt i EU

TABEL 7. Forbudte stoffer i PUR-skum – flammehæmmer additiver

Stofnavn	CAS nr.	CertiPUR-US	CertiPUR	TÜV Rheinland
Chlorerede og bromerede dioxiner eller furaner		X	X	-
Chlorerede hydrokarboner (1,1,2,2-Tetrachloroethane, Pentachloroethane, 1,1,2-Trichloroethane, 1,1-Dichloroethylene)		X	X	-
Nitritter		X	X	-
Polybrominated Biphenyls (PBB)		X	X	-
Pentabromdiphenylether (PeBDE)	32534-81-9	X	X	-
Octabromdiphenylether (OBDE) ¹	32536-52-0	X	X	-
Decabromdiphenylether (DBDE) ¹	1163-19-5	X	- *	-
Polychlorerede biphenyler (PCB)	1336-36-3	X	X	-
Polychlorerede terphenyler (PCT)	61788-33-8	X	X	-
Tri-(2,3-dibrom-propyl)-phosphat (TRIS)	126-72-7	X	X	-
Tris-(aziridinyl)-phosphinoxid (TEPA)	5455-55-1	X	X	-
Tris(2-chloroethyl)-phosphat (TCEP)	115-96-8	X	X	< 10
Tris(1,3-dichlor-2-propyl)-phosphat (TDCPP)	13674-87-8	X	-	< 50
Tris(2-chlorpropyl)phosphat (TCPP)	115-96-8	-	-	< 50
Dimethyl methylphosphonate (DMMP)	756-79-6	X	X	-
Hexabromcyclododecan (HBCDD) ¹	3194-55-6	X	X	-

¹ Er ikke direkte angivet i CertiPUR, men er generelt forbudt i EU via EU-lovgivning

x betyder, at der er krav til disse stoffer i ordningen i form af, at de er forbudte, men ingen specifik grænseværdi er angivet for stoffet

- betyder, at der ikke er et krav til disse stoffer i ordningen
 1. Er forbudt i EU via REACH bilag XVII

TABEL 8. Andre forbudte stoffer i PUR-skum

Stofnavn	CAS nr.	CertiPUR-US	CertiPUR	TÜV Rheinland
Chlorerede phenoler (PCP, TeCP)	87-65-5	X	X	-
Hexachlorcyclohexan	58-89-9	X	X	-
Monomethyldibrom-diphenylmethan	99688-47-8	X	X	-
Monomethyldichlor-diphenylmethan	81161-70-8	X	X	-
Trimethylphosphat	5455-55-1	X	X	-
Biocider		-	Undtagen dem der er godkendt ifølge EU forordning 528, 2012	-
Totalt indhold af chlor pga. brug af isocyanater			< 0,07 %	-
Råmaterialer, der er klassificeret med følgende H-sætninger: H340 Kan forårsage genetiske defekter H350 Kan fremkalde kræft H360 Kan skade forplantningsevnen eller det ufødte barn H370 Forårsager organskader		H340, H350, H360 er direkte omfattet via generelt forbud omkring CMR-stoffer kategori 1A og 1B H370 er ikke omfattet	X	-
Azo farvestoffer og dispersionsfarvestoffer		-	-	Ikke detekterbare

x betyder, at der er krav til disse stoffer i ordningen i form af, at de er forbudte, men ingen specifik grænseværdi er angivet for stoffet

- betyder, at der ikke er et krav til disse stoffer i ordningen

4.3 Diskussion og sammenligning af krav

Det ses af beskrivelserne ovenfor, at kravene for udskæring af prøver og prøvebetingelserne for klimakammeranalyserne er stort set identiske i de to CertiPUR ordninger. Kravene til udskæring fremgår ikke specifikt af TÜV Rheinland (2014). Det er udelukkende små nuanceforskelle i beskrivelserne af udskæringen af produkterne, der gør sig gældende.

Mht. til kravene til afgangning af VOC'er fra PUR-skum, er kravene i hhv. CertiPUR-US og CertiPUR (EuroPUR) nogenlunde ens, dog er der krav til forskellige specifikke stoffer, men et fælles overordnet krav om, at CMR-stoffer i kategori 1A og 1B er begrænset. Dog sætter CertiPUR-US et specifikt krav til de to stoffer vinylcyclohexen (klassificeret som Carc. 2) og 4-phenylcyclohexen (klassificering ukendt – findes ikke i ECHAs C&L database²²), hvor disse to specifikke stoffer ikke er omfattet af den europæiske CertiPUR ordning. Det overordnede krav om maksimalt 0,5 mg/m³ TVOC er ens i begge ordninger. For de specifikke grænseværdier for specifikke stoffer (formaldehyd, toluen og styren) er kravene i den europæiske CertiPUR ordning generelt en del lavere end i CertiPUR-US ordningen.

²² <https://echa.europa.eu/da/information-on-chemicals/cl-inventory-database>

For TÜV Rheinland certificeringsordningen er der ikke så mange specifikke stoffer, der er sat grænseværdier for. Til gengæld er der strengere krav for CMR kategori 1A og 1B stoffer sammenlignet med de to CertiPUR ordninger, og TÜV Rheinland stiller endda krav til CMR 2 kategoriserede stoffer også.

For de resterende krav til indhold af kemiske stoffer i PUR-skum er der forholdsvist identiske krav, f.eks. er indholdsgrænseværdierne til visse metaller identiske i de to Certi-PUR ordninger, men TÜV Rheinland stiller lidt færre krav til metaller. Der er dog nuanceforskelle for andre indholdskrav. Disse er:

- For tinorganiske stoffer sætter den europæiske CertiPUR ordning og TÜV Rheinland krav til flere specifikke tinorganiske stoffer (TBT, DBT og MBT) og en grænseværdi for den samlede mængde af tinorganiske stoffer. CertiPUR-US sætter kun indholdskrav til tributyltin (TBT).
- Henholdsvis 8 og 7 og 8 specifikke ftalater er begrænset i de tre ordninger (hhv. CertiPUR-US, CertiPUR og TÜV Rheinland), og 5 af de begrænsede ftalater er identiske. Der er sat en identisk grænse på 100 ppm for summen af de begrænsede ftalater for de to CertiPUR ordninger, hvorimod TÜV Rheinland opererer med en grænseværdi på 1000 ppm.
- Indholdskrav til TDA og MDA er identiske for de to Certi-PUR ordninger, men CertiPUR-US sætter også en grænseværdi for den samlede sum af de to stoffer. TÜV-Rheinlands grænseværdi for TDA og MDA er dog lidt lavere.
- For opskumningsmidler forbyder CertiPUR-US brugen af dichlormethan, hvorimod den europæiske CertiPUR ordning forbyder brugen af haloner generelt. Her stiller TÜV Rheinland ingen krav.
- Begge CertiPUR ordninger forbyder en lang række flammehæmmer-additiver, og forbudslisten i begge ordninger er stort set identiske bortset fra, at CertiPUR-US forbyder flammehæmmeren TDCPP ud over de samme stoffer, som forbydes i den europæiske CertiPUR ordning. TÜV Rheinland stiller her kun krav til de tre chlor/fosforbaserede flammehæmmere TCPP, TCEP og TDCPP.
- Mht. andre forbudte stoffer er der også små forskelle, såsom at den europæiske CertiPUR ordning har en række yderligere forbud, som CertiPUR-US eller TÜV Rheinland ikke har:
 - Forbud mod biocider, der ikke er godkendt ifølge den europæiske biocidforordning, dvs. der blot står angivet, at produkterne skal følge de europæiske regler på dette område.
 - En grænseværdi for det totale chlorindhold, der skyldes brugen af isocyanater.
 - Forbud mod råmaterialer, der er klassificeret med H370 "Forårsager organskader"

I dette projekt er der bl.a. fokus på nedenstående chlor/fosforbaserede flammehæmmere:

- TCPP: tris(2-chloroisopropyl)fosfat (CAS 13674-84-5)
- TCEP: tris(2-chloroethyl)fosfat (CAS 115-96-8)
- TDCPP: tris(1,3-dichloroisopropyl)fosfat (CAS 13674-87-8)

Det ses af ovenstående krav, at begge CertiPUR certificeringsordninger har et forbud mod TCEP, ingen af certificeringsordningerne har et forbud mod TCPP, og CertiPUR-US er den eneste ordning, der har et forbud mod TDCPP. TÜV Rheinland certificeringsordningen har derimod et forbud mod alle disse tre chlor/fosforbaserede flammehæmmere. Det er derfor et bevidst valg i dette projekt, at der også indkøbes enkelte CertiPUR-US eller CertiPUR-certificerede produkter, idet nogle af disse flammehæmmere kan være indeholdt i de certificerede produkter.

5. Kortlægning – metode

Dette kapitel beskriver den fremgangsmåde, der blev anvendt i kortlægningen af PUR-skumprodukter i dette projekt. Der blev udført følgende aktiviteter:

- Kontakt til branchen via brancheorganisationer
- Litteratursøgning/internetsøgning
- Butiksbesøg
- Søgning i diverse materialedatabaser

5.1 Kontakt til branchen

Der blev taget kontakt til Plastindustrien for at høre, om de havde input til projektet. Plastindustrien henviste til PUR-sektionen i Plastindustrien, herunder formanden for PUR-sektionens bestyrelse fra virksomheden Dan-Foam Aps. Vi blev af denne årsag kontaktet af Dan-Foam ApS, der udviste interesse for projektet og efterfølgende har bidraget med generel information om PUR-materialet og PUR-produktion i Danmark, samt de forskellige certificeringsordninger. Vi deltog desuden i PUR-sektions årsmøde d. 15. maj 2019: "Cirkulær økonomi – en trussel eller en mulighed for polyurethanbranchen" og har undervejs i projektet haft en generel dialog med en bred vifte af PUR-råvareleverandører og -producenter.

5.2 Litteratursøgning/internetsøgning

Der blev gennemført en litteratursøgning for at beskrive, hvilke undersøgelser der beskriver, hvilke stoffer der er identificeret som afgasset fra produkter af PUR-skum. Denne litteratursøgning er udelukkende gennemført som en søgning på internettet efter tidligere undersøgelser af kemikalier i eller afgasset fra produkter af PUR-skum. Resultaterne af denne søgning er beskrevet i afsnit 6.1 "Gennemgang af litteratur".

Derudover blev der gennemført en internetsøgning efter forskellige typer af produkter med et indhold af PUR-skum. Dette skete dels for at undersøge markedet for produkter af PUR-skum og dels for at identificere eksempler på forbrugerprodukter af PUR-skum, som skulle udvælgges, indkøbes og analyseres i dette projekt. Som beskrevet i indledningen er et af formålene med dette projekt netop at undersøge, om der er forskel på indhold af kemiske stoffer i produkter købt i Danmark, købt i EU eller købt uden for EU. Internetsøgningen har derfor også omfattet søgninger på udenlandske hjemmesider, der sender produkter til Danmark (såsom Amazon, eBay, AliExpress, GearBest og Wish).

De eksempler på produkter af PUR-skum, som blev identificeret ved søgningen, blev noteret med følgende informationer:

- Produktnavn
- Produktbeskrivelse inklusiv et billede af produktet
- Type af produkt (f.eks. madras, hovedpude, puslepude, sengerand, sovepude, tumlemøbel osv.)
- Hvor produktet er produceret henne? Hvilket land?
- Geografisk købekategori, dvs. i hvilket land købes produktet? (Danmark, EU (undtagen Danmark) eller uden for EU)
- Målgruppe for produktet (inddelt i "børn i alderen 0-3 år" og "voksne eller unge")
- Oplysninger om materialet, dvs. om produktet forventes at bestå af PUR-skum
- Navn, adresse og mail til hvor produktet kan købes
- Pris

- Link til hjemmeside

Det skal bemærkes, at der forholdsvis hurtigt blev besluttet, at fokus på produktsøgningen skulle være produkter til små børn (dvs. børn under 3 år) eller produkter med lang eksponeringstid for voksne og unge, dvs. fortrinsvist fokus på madrasser og hovedpuder.

Det blev noteret, hvilke materialer produkterne bestod af. I nogle tilfælde stod der direkte, at produktet består af PUR. I andre tilfælde er angivet, at produktet er lavet af f.eks. memory skum, polyetherskum eller koldskum, som ifølge kapitel 2 "Polyurethan (PUR)" højst sandsynligt betyder, at der er tale om PUR-skum. I nogle tilfælde stod der imidlertid kun "skum" (foam), hvorfor der her var behov for en nærmere undersøgelse af materialetypen, hvis det blev udvalgt til analyse i projektet.

5.3 Butiksbesøg

Som supplement til internetsøgningen efter eksempler på forbrugerprodukter af PUR-skum blev der foretaget enkelte butiksbesøg i udvalgte butikker, f.eks. butikker med produkter til babyer og butikker, der sælger senge, madrasser, hovedpuder m.m. Følgende butikker blev bl.a. besøgt, og eksempler på produkter med PUR-skum i disse butikker blev noteret på den samlede liste.

- BabySam
- Ønskebørn
- Drømmeland
- Auping
- Jysk
- Magasin

5.4 Søgning i diverse materialedatabaser

Der blev foretaget en søgning i diverse materialedatabaser for at få viden om indholdsstofferne og dermed hvilke stoffer, der kan afgasse fra PUR-skum. Den materialedatabase, der indeholder oplysninger, som er relevante for dette projekt, er ECHA's 'Plastic additives initiative', som er gennemgået nærmere nedenfor.

5.4.1 ECHA's 'Plastic additives initiative'

ECHA startede i 2016 et arbejde med at kortlægge brugen af additiver til plast sammen med 21 industrielle brancheorganisationer. Dette arbejde blev offentliggjort i december 2018 under overskriften 'Plastic additives initiative'. Arbejdet har resulteret i en liste over 400 additiver anvendt i store mængder i plast – dvs. additiver, der er anvendt i mængder over 100 tons per år i Europa.

Der er foretaget en søgning i denne liste over additiver anvendt til plast – specielt med fokus på additiver anvendt i PUR. Gennemgangen af denne liste er beskrevet i afsnit 6.2 "ECHA's plastdatabase".

6. Stoffer der afgasser fra PUR-skum

Der er foretaget en søgning efter litteratur, der omhandler afgang af kemiske stoffer fra PUR-skum. Resultaterne af denne søgning er gennemgået nedenfor. Herudover er der foretaget en gennemgang af de kemiske stoffer, der ifølge ECHA's "Plastic additives initiative" anvendes til PUR, og som ECHA har vurderet, kan forventes af afgasse fra PUR-materialet.

6.1 Gennemgang af litteratur

Det er begrænset med litteratur, der er identificeret omkring afgang af kemiske stoffer fra PUR-skum. Blandt andet skriver (Lattuati-Derieux et al., 2011), at der kun er foretaget få undersøgelser af VOC afgasset fra PUR. Af de forholdsvis få undersøgelser, der er foretaget, er det begrænset med undersøgelser af forbrugerprodukter af PUR-skum såsom madrasser og hovedpuder, som har været i fokus i dette projekt. Der er identificeret et par undersøgelser af PUR-skum til isolering, men denne form for PUR-skum er ikke nødvendigvis identisk med PUR-skum anvendt til møbler eller madrasser. Nogle undersøgelser undersøger afgang af VOC fra møbler generelt, men i denne type af undersøgelser er der typisk målt afgang fra træmøbler med møbelskum, dvs. det er ikke til at identificere, hvilke VOC der afgasser fra træet, eller hvilke VOC der afgasser fra PUR-skummet alene. Disse undersøgelser er derfor ikke beskrevet i denne rapport.

Nogle undersøgelser er foretaget af CertiPUR, dvs. organisationen, der står bag CertiPUR certificeringsordningen. Disse undersøgelser er af ældre dato, men er alligevel beskrevet nedenfor, da det ser ud til at være nogle af de første artikler/undersøgelser, der sætter fokus på afgang af VOC fra PUR-skum.

Generelt gælder for de identificerede undersøgelser, at når der identificeres kemiske stoffer, der afgasser fra PUR, identificeres der rigtig mange forskellige stoffer. I denne gennemgang af litteraturen er der fokuseret på de stoffer, der afgasser i højest koncentrationer og de mest "bekymrende" stoffer, dvs. stoffer med "bekymrende" egenskaber i forhold til sundhed. Ofte er der i litteraturen også valgt at fokusere på de vigtigste VOC'er (og kun rapporteret hvad forfatterne opfatter som de vigtigste VOC'er), dvs. de farligste stoffer og de stoffer, der afgasser i højeste koncentrationer.

Ud over disse få undersøgelser af VOC-afgang fra forbrugerprodukter af PUR-skum er der også identificeret et par artikler af generel art, som beskrives indledningsvist.

6.1.1 Generelle forhold omkring afgang fra PUR-skum

Generelle forhold, der er stødt på i litteratursøgningen for afgivelse af VOC fra PUR-skum, er blandt andet forhold omkring urenheder af VOC i råvarer til PUR-fremstilling, naturlig nedbrydning af PUR samt det forhold, at PUR-skum ud over at være en kilde til VOC i sig selv, også kan absorbere VOC fra omgivelserne i hjemmet. Disse forhold er beskrevet kort nedenfor.

6.1.1.1 Urenheder af VOC i råvarer til PUR-fremstilling

PUR-industrien i Danmark beskriver, at en kilde til afgang af VOC fra PUR kan være utilsigtede urenheder i råvarerne til PUR-fremstilling. Dvs. der er tale om urenheder i råvarerne, som kan lede til VOC emissioner fra PUR eller være årsag til lugt fra PUR. Der er imidlertid ikke identificeret litteratur, som bekræfter dette forhold.

6.1.1.2 Naturlig nedbrydning af PUR-skum

Ved litteratursøgningen blev der identificeret nogle artikler, som behandler problemstillingen omkring termisk nedbrydning af PUR-skum. Denne problemstilling har været undersøgt, idet PUR-skum desuden anvendes i stor stil i forbindelse med kulturgenstande på museer enten som en del af kulturgenstandene eller som materiale til at bevare kulturgenstandene. Idet mange af disse kulturgenstande er i dårlig stand pga., at PUR-skummet nedbrydes over tid, har dette emne således været undersøgt nærmere (Lattuati-Derieux et al., 2011).

Undersøgelser viser, at PUR-skum nedbrydes både termisk og fotokemisk (Lattuati-Derieux et al., 2011). Ved termisk nedbrydning vil urethan-bindingerne brydes og dekomponere til isocyanater og polyoler, som er "byggestenene" (monomererne) i polyurethan. Denne termiske nedbrydning sker dog først ved ca. 200 °C (Jiao et al., 2013) og antages derfor ikke for at være interessant for PUR-skum i forbrugerprodukter, som anvendes ved stuetemperatur til kropstemperatur.

Lattuati-Derieux et al. (2011) beskriver, at den fotokemiske nedbrydningsproces afhænger af typen af PUR-skum. For polyester-baseret polyurethan er hydrolyse den dominerede nedbrydningsproces, hvorimod oxidation er den dominerende proces for polyether-baserede polyurethener. Forfatterne identificerede ved deres forsøg bl.a., at dannelsen af alkohol og glykolderivater kan betragtes som nedbrydningsmarkører for PUR-skum, dvs. disse forbindelser ses, når der sker en fotokemisk nedbrydning af PUR-skum. Der er desuden forskel på, hvilke VOC der dannes ved nedbrydning afhængig af materialet. Toluen diamin (TDA) isomerer og adipinsyre ses i større koncentrationer, når polyester-baseret polyurethan nedbrydes ved hydrolyse, hvorimod glykolderivater ses i større koncentrationer, når polyether-baserede polyurethener undergår en fotolytisk nedbrydningsproces (Curran & Strlic, 2015; Lattuati-Deieux et al., 2011). Da mange PUR-skumprodukter dækkes af f.eks. et lag stof (for madrasser og hovedpuder), vil den fotokemiske nedbrydning for disse forbrugerprodukter være væsentlig mindre sammenlignet med f.eks. PUR-skumprodukter udsat direkte for sollys (BASF, 2019).

6.1.1.3 PUR-skum kan absorbere VOC fra indeklimaet

Zhao et al. (2003) konkluderer i denne undersøgelse, der er mere end 15 år gammel, at PUR-skum udover at kunne afgasse VOC'er og således i sig selv være en kilde til VOC, faktisk også kan fungere som en slags absorbent for VOC i indeklimaet. Absorption (optag) af VOC og desorption (afgivelse af VOC) er i ligevægt med omgivelserne og afhænger således af koncentration af VOC i indeklimaet. Zhao et al. (2003) beskriver, at når koncentrationen af VOC er høj i indeklimaet, vil PUR-skum absorbere VOC, som kan frigives på et senere tidspunkt, når koncentrationen af VOC i indeklimaet falder. Forfatterne konkluderer således, at PUR-skum i hjemmet kan være med til at ændre koncentrationen af VOC i indeklimaet. I artiklen lægger de vægt på, at PUR-skum i sig selv også er en kilde til VOC, da PUR-skum typisk indeholder restmængder af VOC efter produktionen.

I deres forsøg anvendte de PUR-skum af en polyether type, som normalt anvendes som skumfyld i puder, madrasser, sofafyld og hynder i både hjem og på kontorer. PUR-skummet blev skåret ud cylinderformet og lagt i en glascylinder med åbninger i begge ender. Skiftevis blev VOC-holdig luft og ren luft passeret igennem PUR-skummet, og der blev målt på, hvor store mængder kendte VOC (såsom benzen, styren og xylene), som blev hhv. absorberet og frigivet fra PUR-skummet. På denne måde kunne forfatterne opstille matematiske modeller for desorption og absorption af VOC fra PUR-skum.

De test, de foretager viser, at hhv. optag og frigivelse af VOC fra PUR-skum er næsten fuldstændig reversibel og symmetrisk mht. både omfang og hastighed. Forfatterne konkluderer også, at vanddamp i luften reducerer mulighederne for optag af VOC i PUR-skum en smule og reducerer hastigheden, hvorved VOC'er optages i PUR-skum (Zhao et al., 2003).

Denne artikel viser således, at der er komplicerede processer i spil mht. afgangning (og optag) af VOC fra PUR-skum. Lægges nye PUR-skum produkter i et "rent" klimakammer, og der måles VOC i luften i klimakammeret efter nogle timer/døgn, som vi har gjort ved klimakammer-analyserne i dette projekt, så kan de målte VOC'er således stamme fra PUR-skummet – men de målte VOC'er kan i princippet også stamme fra emballage, produktionen m.m.. Hvor afgang-sede VOC'er stammer fra, ved vi således ikke, men vi analyserer produkter, som forbrugeren ville modtage det.

6.1.2 Litteratur om afgangning fra forbrugerprodukter af PUR-skum

I dette afsnit beskrives de undersøgelser, der er identificeret, som direkte måler på afgangning af VOC fra forbrugerprodukter af PUR-skum. Disse undersøgelser er:

- Miljøstyrelsen kortlægning af kemiske stoffer i squishies (2018)
- En amerikansk undersøgelse af afgangning af VOC fra madrasser til vugger (2014)
- Europæisk undersøgelse af VOC fra PUR-skum madrasser foretaget af EUROPUR (2003)

6.1.2.1 Kortlægning af squishies (2018)

En af de nyeste undersøgelser er Miljøstyrelsens kortlægningsprojekt om squishy legetøj udført i 2018 (Klinke et al., 2018). Alle squishies, der blev undersøgt, bestod af PUR-skum. Der blev foretaget klimakammeranalyser af i alt 8 squishies. En squishy blev trykket sammen 10 gange i klimakammeret, hvorefter kammeret blev lukket, og der blev analyseret på afgangning efter 1 time. Der blev analyseret en række flygtige organiske stoffer (carbonyler – kortkædede kulbrinter C₁-C₄ og VOC'er).

I alt blev der identificeret omkring 125 forskellige stoffer og en række uidentificerede stoffer. Summen af alle afgangssede VOC'er blev målt til mellem 2300 og 10.000 µg/m³ angivet som toluenækvivalenter.

De identificerede afgangssede stoffer blev prioriteret dels i forhold til deres klassificering, men også i forhold til den mængde, de afgangssede i. Dette resulterede i en liste med 16 stoffer, der enten afgasser i høj koncentration (f.eks. cyclohexanon, N,N-dimethylaminoethanol (DMAE), N,N-dimethylformamid (DMF) og triethylendiamin) eller stoffer, der blev udvalgt på grund af deres sundhedsmæssige klassificering (f.eks. methylenchlorid, toluen, styren og phenol). Disse stoffer og de afgangssede mængder, er listet i TABEL 9 nedenfor. Det skal dog bemærkes, at 3 af de udvalgte stoffer er parfumestoffer, som ikke nødvendigvis er relevante for madrasser og hovedpuder, og derfor ikke er medtaget i tabellen her.

For fire yderligere squishies blev der foretaget klimakammeranalyser, hvor der nu blev målt afgangning efter både 1 time og efter 3 døgn. Resultatet var, at for langt de fleste stoffer blev der ikke identificeret afgangning efter 3 døgn. For tre aminer N,N-dimethylaminoethanol (DMAE), triethylendiamin og bis(2-(dimethylamino)ethyl)ether, var koncentrationen enten højere eller nogenlunde den samme i luften ved målingen ved 1 time og ved 3 døgn. Rapporten konkluderer derfor, at aminer frigives langsommere fra materialet over tid end de andre målte VOC.

Rapporten konkluderer yderligere, "at koncentrationerne af de enkelte stoffer varierer med typen af squishy og det tyder på, at vægten og det deraf følgende overfladeareal af squishien har betydning for koncentrationerne af VOC, som frigives i klimakammertesten. Det tyder ligeledes på, at typen af stoffer, der afgasser, varierer med producenten. Selv for produkter, som er fremstillet af den samme producent, blev der set markante forskelle på det kemiske indhold af de to squishies både med hensyn til stoffer og afgangningskoncentration".

I risikovurderingen blev det konkluderet, at ved udsættelse for en squishy i indåndingszonen i 10 timer (dvs. under søvn) var der RCR-værdier over 1, dvs. stofferne udgjorde en risiko. Den

kritiske effekt var her slimhindeirritation i forbindelse med øjne og luftveje, hvorfor samtidig afgasning af flere af stofferne vil medvirke til en forstærket og sandsynligvis additiv effekt. De kritiske stoffer var:

- N,N-dimethylformamid (DMF),
- N,N-dimetylaminoethanol (DMAE)
- Triethylendiamin
- Bis(2-(Dimethylamino)ethyl)ether
- 1,1,4,7,7-pentamethyldiethylentriamin
- Cyclohexanon

6.1.2.2 VOC fra madrasser til vugger (2014)

Boor et al. (2014) undersøgte afgasning af VOC fra i alt 20 madrasser til vugger. De 20 madrasser står beskrevet på følgende måde: 13 madrasser var fremstillet af PUR-skum – heraf to madrasser med sojabaseret PUR-skum, de resterende 7 madrasser var polyesterbaseret skum, dvs. en variant af PUR-skum. Af disse 13 madrasser var 6 af dem nye madrasser, og 7 af dem var brugt og havde været brugt i under et år og op til 10 år. Der blev foretaget såkaldte små-skala klimakammertests for at undersøge områdespecifikke emissionsrater (area-specific emission rates (SER) for VOC'er. Det beskrives, at selv de nye madrasser blev "luftet" i mindst en måned ved 23 °C og 50 % luftfugtighed før test. Madrasserne blev skåret ud i klodser á 14,3 x 7,5 cm, og siderne blev forseglet med aluminiumsfolie.

Resultatet var, at alle madrasser, uanset om de var nye eller gamle, afgassede VOC, og den gennemsnitlige afgasning af TVOC (total mængde VOC) fra madrasserne var hhv. 56 µg/m²h ved 23 °C og 139 µg/m²h ved 36 °C. Afgasningen fra de nye madrasser var dog højere end afgasningen fra brugte madrasser, og afgasningen afhang også af materialet og af tilstedeværelsen af et madrasbetræk. Afgasningen fra PUR-skum var samlet set højere end fra PUR-varianten polyesterskum, idet der afgassede flere forskellige VOC fra PUR-skum sammenlignet med polyesterskum, men afgasningen af den enkelte VOC var ikke nødvendigvis højest fra PUR-skum.

Nogle af de afgassede VOC'er er listet i TABEL 9 nedenfor, idet der kun er listet de VOC'er, der blev klart identificeret, og som afgassede i de største mængder i artiklen.

Afslutningsvist foretog de en mere virkelighedsnær undersøgelse i et større klimakammer med hele madrasser og en babydukke med varme svarende til en rigtig dukke. TVOC blev opsamlet i indåndingszonen, og resultaterne viste, at koncentrationerne af TVOC i den simulerede indåndingszone var 1,8 til 2,4 gange højere sammenlignet med koncentrationen af TVOC i luften i indeklimaet i rummet. Herudover tog man prøver fra luften i madrassens hulrum og fandt koncentrationer af TVOC, der var 7,5-21 gange højere end koncentration af TVOC i indeklimaet i rummet.

6.1.2.3 VOC-emissioner fra PUR-skummadrasser (EUROPUR, 2003)

Denne undersøgelse er foretaget af EUROPUR (The European Association of Flexible Polyurethane Foam Block Manufacturers) sammen med en række producenter af PUR-skum. Artiklen Hillier et al. (2003) beskriver resultatet af projektet, der i alt forløb over 5 år. Formålet med projektet var at lære af viden om emissioner af VOC fra PUR-skum og justere i produktionen for at kunne reducere mængden af afgasset VOC samt reducere afgasning af visse specifikke VOC.

De foretog emissionstest i store klimakamre på 2 eller 3,2 m³ for at måle VOC emissioner fra madrasser i størrelsen 200 x 100 x 12 cm, der blev lagt hele i klimakamrene. Klimakamrene var sat på 23 °C, 50 % luftfugtighed og et luftskifte på 0,5 per time. Målinger af VOC blev foretaget ved 5, 24, 48, 72, 120 og 160 timer.

Analyser blev foretaget på forskellige typer af PUR-skum:

- Traditionel standard polyether (densitet på 38 kg/m³ og en hårdhed på 180N)
- HR ("High Resilience") (densitet på 36 kg/m³ og en hårdhed på 135 N)
- HR/FR ("High Resilience Flame Retardant") (densitet på 36 kg/m³ og en hårdhed på 145 N, og med et indhold af flammehæmmer (tris monochlorpropyl fosfat (TMCP))
- CMHR ("Combustion Modified High Resilience") (densitet på 35 kg/m³ og en hårdhed på 115 N)
- CME ("Combustion Modified Polyether") (densitet på 33 kg/m³ og en hårdhed på 130 N)

Resultaterne fra emissionstestene viste, at der var forholdsvis stor forskel på, hvilke og hvor mange VOC'er der afgassede fra PUR-skum afhængig af, hvilken specifik type af PUR-skum der blev testet på.

Resultaterne af klimakammertestene viste, at koncentrationen af de fleste identificerede VOC'er faldt drastisk over tid. Ofte var koncentrationen under detektionsgrænsen inden for 24 timer. Resultaterne illustrerede imidlertid, at for de mindst flygtige komponenter sker der en langsom diffusion fra PUR-skummet, som resulterede i, at koncentrationen toppede i løbet af måleperiode på de 160 timer, og ikke til at starte med (dvs. indenfor de første 24 timer).

I artiklen Hillier et al. (2003) er der listet en lang række tabeller med resultater af afgasning af VOC fra de forskellige typer af PUR-skum og på forskellige tidspunkter. Stofferne identificeret som afgasset i de højeste koncentrationer er indsat i TABEL 9 nedenfor med intervallet, der således repræsenterer forskellig type PUR-skum og målinger på forskellige tidspunkter.

Over den lange periode på 5 år, som projektet varede, konstaterer forfatterne, at afgasning af nogle VOC'er var blevet væsentlig reduceret (f.eks. BHT). Forfatterne konkluderer, at dette skyldes, at branchen i den periode er gået over til at bruge mindre flygtige antioxidanter i produktionen af PUR-skum. Dette blev bekræftet af, at man efter de 5 år begyndte at identificere spormængder af de mindre flygtige antioxidanter fremfor store koncentrationer af BHT.

I projektet omregnes de højeste identificerede koncentrationer i klimakammeret til en maksimumkoncentration i et standardrum i et hjem, og der foretages risikoberegninger baseret på stoffernes NOAEL-værdier (No Observed Adverse Effect Concentration). Beregningerne viser, at der ikke er tale om afgasninger af VOC'er, som udgør en sundhedsmæssig risiko, da de højeste målte koncentrationer ligger en faktor 64 til 16.500 under NOAEL-værdien for det pågældende stof. Der er dog ikke anvendt sikkerhedsfaktorer i beregninger, hvorved disse værdier angiver den såkaldte sikkerhedsmargin MoS (Margin of Safety).

6.1.3 Opsamling på afgassede stoffer fra PUR

Dette afsnit indeholder en samlet tabel (TABEL 9) med de VOC'er, der er identificeret som afgasset fra forbrugerprodukter af PUR-skum i forskellig litteratur. Det er ikke alle VOC, der er angivet i tabellen, men en oversigt over de "værste" VOC'er (dvs. med den "værste" klassificering, dvs. reproduktionsskadende (Repr.), kræftfremkaldende (Carc), mutagent (Mut.) eller akut giftigt (Acute Tox.)) og de VOC'er, der er set afgasset i størst mængde. Tabellen er sorteret, så stoffer med den "værste" klassificering og stoffer målt i de højeste afgassede koncentrationer er listet øverst. Det skal bemærkes, at de undersøgelser, der er beskrevet, viser, at det ikke nødvendigvis er de samme VOC, som afgasser. Om dette skyldes typen af PUR-skum eller forskelligheder i de anvendte analysemetoder er uvist.

TABEL 9. Samlet oversigt over afgassede stoffer fra PUR identificeret i forskellige litteratur. Listen indeholder ikke alle stoffer, der er identificeret som afgasset, men de kemiske stoffer med de mest bekymrende sundhedsmæssige egenskaber eller de stoffer, der afgasser i højeste koncentrationer. Bemærk, at der er anvendt forskellige måleenheder i forskellige kilder.

Stof	CAS-nr.	Klassificering	Koncentration (µg/m ³)	Kilde
2-butanon	78-93-3	Eye Irrit. 2, H319 STOT SE 2, H336	< 5-3800	Klinke et al., 2018
Chloroctan	111-85-3	Asp. Tox. 1, H304	DL-67	Hillier et al., 2003
Chloropropanol	627-30-5	Ukendt	DL-34	Hillier et al., 2003
Cyclohexanon	108-94-1	Acute Tox. 4, H332	630-15.000	Klinke et al., 2018
Cyclotetrasiloxan, octamethyl-	556-67-2	Repr. 2, H361f	1-7	Klinke et al., 2018
Decanal	112-31-2	Eye Irrit. 2, H319 Skin Irrit. 2, H315	<1-5 µg/m ² h (23 °C) 2-10 µg/m ² h (36 °C)	Boor et al., 2014
Dichlorbenzen	95-50-1	Acute Tox. 4, H302, H332 Eye Irrit. 2, H319 Skin Irrit. 2, H315 STOT SE 2, H335	DL-2	Hillier et al., 2003
Dichlorpropan	78-87-5	Ikke i ECHA's C&L database	DL-11	Hillier et al., 2003
N,N-Dimethylamino-ethanol	108-01-0	Acute Tox. 4, H302, H312, H332 Skin Corr. 1B, H314	34-6800	Klinke et al., 2018
Dimethyldioxanes	25136-55-4 1331-15-3 15176-21-3	Ikke i ECHA's C&L database	DL-7,2	Hillier et al., 2003
2,6-bis(1,1-dimethyl-ethyl)-4-(1-oxopropyl) phenol	14035-34-8	Ikke i ECHA's C&L database	4-14 µg/m ² h (23 °C) 12-61 µg/m ² h (36 °C)	Boor et al., 2014
N,N-dimethylformamid*	68-12-2	Acute Tox. 4, H312, H332 Eye Irrit. 2, H319 Repr. 1B, H360D	210-14.000	Klinke et al., 2018
2,6-di-tert-butyl-p-cre-sol (BHT)	128-37-0	Acute Tox. 4, H302, H312 Eye Irrit. 2, H319 Skin Irrit. 2, H315	5,7-8,3	Hillier et al., 2003
Ethylbenzen	100-41-4	Acute Tox. 4, H332 Asp. Tox. 1, H304 STOT RE 2, H373 (hearing organs)	<5-350	Klinke et al., 2018

Stof	CAS-nr.	Klassificering	Koncentration (µg/m ³)	Kilde
2-ethylhexanoic acid	149-57-5	Repr. 2, H361d	<1-55 µg/m ² h (23 °C) 5-213 µg/m ² h (36 °C)	Boor et al., 2014
			DL-99	Hillier et al., 2003
2-ethylhexanol	104-76-7	Eye Irrit. 2, H319 Skin Irrit. 2, H315 STOT SE 3, H335 Acute Tox. 4, H332, H312	3-6 µg/m ² h (23 °C) 7-8 µg/m ² h (36 °C)	Boor et al., 2014
Hexenal (trans-hex-2-enal)	6728-26-3	Acute Tox. 4, H302 Acute Tox. 3, H311 Skin Sens. 1B, H317 Skin Irrit. 2, H315	DL-76	Hillier et al., 2003
Isooctanol	26952-21-6	Acute Tox. 4, H302 Skin Irrit. 2, H315 Eye Irrit. 2, H319	< 1-6 µg/m ² h (23 °C) 4-7 µg/m ² h (36 °C)	Boor et al., 2014
Isopropyl myristate	110-27-0	Skin Irrit. 2, H315	<1-3 µg/m ² h (23 °C) 3-11 µg/m ² h (36 °C)	Boor et al., 2014
D-limonene (parfumestof)	5989-27-5	Skin Irrit. 2, H315 Skin Sens. 1, H317	4-11 µg/m ² h (23 °C) 9-18 µg/m ² h (36 °C)	Boor et al., 2014
Linalool (parfumestof)	78-70-6	Skin Sens. 1B, H317	3-41 µg/m ² h (23 °C) 3-9 µg/m ² h (36 °C)	Boor et al., 2014
Methylenchlorid	75-09-2	Carc. 2, H351	< 5-560	Klinke et al., 2018
			< DL-270	Hillier et al., 2003
3-methyl-1-heptanol	1070-32-2	Ikke i ECHA's C&L database	7-21 µg/m ² h (23 °C) 7-22 µg/m ² h (36 °C)	Boor et al., 2014
Neodecanoic acid	26896-20-8	Eye Dam. 1, H318 Acute Tox. 4, H302	3-22 µg/m ² h (23 °C) 9-40 µg/m ² h (36 °C)	Boor et al., 2014
Nonanal	124-19-6	Skin Irrit. 2, H315 Eye Irrit. 2 H319	<1-5 µg/m ² h (23 °C) 2-10 µg/m ² h (36 °C)	Boor et al., 2014
Palmitic acid	57-10-3	Eye Irrit. 2, H319 Skin Irrit. 2, H315 STOT SE 3, H335	2-10 µg/m ² h (23 °C) 12-43 µg/m ² h (36 °C)	Boor et al., 2014
1,1,4,7,7-pentamethyldiethylentriamin	3030-47-5	Acute Tox. 4, H302 Acute Tox. 3, H311 Skin Corr. 1B, H314	< 5-870	Klinke et al., 2018

Stof	CAS-nr.	Klassificering	Koncentration (µg/m ³)	Kilde
Phenol	108-95-2	Acute Tox. 3, H301, H311, H331 Skin Corr. 1B, H314 Muta. 2, H341 STOT RE 2, H373	1-10	Klinke et al., 2018
			< 1-62 µg/m ² h (23 °C) 3-257 µg/m ² h (36 °C)	Boor et al., 2014
Propanal (propionaldehyd)	123-38-6	Eye Irrit. 2, H319 Skin Irrit. 2, H315 STOT SE 2, H335	DL-42	Hillier et al., 2003
Propylen glycol acetal hexenal	1599-49-1	Ikke i ECHA's C&L database	DL-20	Hillier et al., 2003
Propenyloxy propanol	1331-17-5	Ikke i ECHA's C&L database	DL-9	Hillier et al., 2003
Styren	100-42-5	Skin Irrit. 2, H315 Eye Irrit. 2, H319 Acute Tox. 4, H332 STOT RE 1, H372 (hearing organs) Repr. 2, H361d	1-51	Klinke et al., 2018
			DL-43	Hillier et al, 2003
Toluen	108-88-3	Skin Irrit. 2, H315 Asp. Tox. 1, H304 STOT SE 3, H336 STOT RE 2, H373 Repr. 2, H361d	3-330	Klinke et al., 2018
			4-270	Hillier et al, 2003
Triethylendiamin	280-57-9	Acute Tox. 4, H302 Skin Irrit. 2, H315 Eye Dam. 1, H318	450-3500	Klinke et al., 2018
			DL-360	Hillier et al, 2003
Tris monochlorpropyl phosphate (TMCP eller TCPP)	13674-84-5	Acute Tox. 4, H302	DL-25	Hillier et al., 2003
m-Xylen p-Xylen	108-38-3 106-42-3 179601-23-1	Acute Tox. 4, H312 Skin Irrit. 2, H315 Acute Tox. 4, H332	<5-920	Klinke et al., 2018
o-Xylen	95-47-6	Acute Tox. 4, H312 Skin Irrit. 2, H315 Acute Tox. 4, H332	14-560	Klinke et al., 2018
Xylener	Alle ovenstående	Acute Tox. 4, H312 Skin Irrit. 2, H315 Acute Tox. 4, H332	DL-17	Hillier et al., 2003

* Er på Kandidatlisten (REACH).

DL = detektionsgrænse (det er ikke angivet i artiklen, hvad detektionsgrænsen er)

6.2 ECHA's plastdatabase

ECHA's plastdatabase 'Plastic additive initiative' indeholder samlet set over 400 forskellige additiver anvendt til plast. ECHA har gjort det klart, at deres plastdatabase ikke skal betragtes som værende fuldstændig, da der gælder en række forudsætninger (ECHA, 2019a):

- Databasen indeholder kun de mest anvendte additiver, dvs. kun kemiske stoffer, der er registreret i REACH systemet og med en tonnage på mere end 100 tons per år
- Der er ikke foretaget yderligere søgninger efter andre kemiske stoffer, dvs. det udelukkende er listen over registrerede kemiske stoffer, der er anvendt som udgangspunkt

Plastdatabasen kan tilgås på ECHAs hjemmeside, og det er muligt at se, hvilke additiver der anvendes til hvilke polymertyper. Dvs. det er muligt at se de additiver, der anvendes til PUR. Der foretages imidlertid ikke en skelnen mellem f.eks. PUR og PUR-skum. Den samlede liste over additiver anvendt til PUR kan ses i Bilag 1 og omfatter i alt 145 kemiske stoffer. Bilag 1 er opdelt efter typen af additiver, som ECHA opdeler dem, dvs. efter:

- Lysstabilisatorer
- Varmestabilisatorer
- Andre stabilisatorer
- Antioxidanter
- Nucleating/clarifying additiver
- Pigmenter
- Antistatiske midler
- Flammehæmmere
- Blødgørere
- Andre funktioner

ECHA har for disse stoffer i plastdatabasen foretaget en vurdering af stoffernes potentiale for at blive frigivet fra plasten under brug. Denne vurdering er foretaget med baggrund i molekylvægten for additiverne, koncentrationen af additiverne i plasten, permeabiliteten i polymermatricen, samt forhold under brug, som f.eks. temperatur. ECHA har for nogle stoffer udarbejdet det såkaldte "relative release potential", dvs. værdierne, der er angivet, er relative og er udarbejdet med screeningsformål for øje. Vurderingen af dette frigivelsespotentiale er ikke offentligt tilgængeligt, men er tilgængeligt for medlemsstaterne.

Vurderingen af frigivelsespotentialet for additiver brugt til PUR er dog kun foretaget for nogle få additiver anvendt til PUR. Disse additiver er angivet i TABEL 10 på næste side.

Vurderingen af frigivelsespotentialet er foretaget både for dermalt optag og for frigivelsen til luften (indeklima). Frigivelsespotentialet er angivet som en relativ værdi og skal forstås på den måde, at jo mindre negativ værdien er, desto større er tendensen til enten dermal frigivelse eller til frigivelse til luften. Dvs. et frigivelsespotentiale på -2 betyder, at dette stof frigives lettere end et stof med et frigivelsespotentiale på -10. Den højeste værdi for frigivelsespotentialet er 0.

For de fem additiver anvendt i PUR, hvor ECHA har foretaget en vurdering af frigivelsespotentialet, er det således en flammehæmmer og en varmemestabilisator, der har det største potentiale til at blive frigivet til indeklimaet fra PUR-materialet, da der er et frigivelsespotentiale på hhv. -2 og -3.

TABEL 10. Udtæk fra ECHA's plastdatabase – additiver anvendt i PUR, hvor frigivelsespotentialer er vurderet (Kilde: Miljøstyrelsen)

CAS nr.	EC nr.	Kemisk navn	Stofstype	Funktion i PUR	Molekylvægt	Damptryk (Pa)	Vandopløselighed (mg/liter)	Log K _{ow}	Vurdering af frigivelse - dermal	Vurdering af frigivelse – til indeluft
37640-57-6	253-575-7	1,3,5-triazine-2,4,6(1H,3H,5H)-trione, compound with 1,3,5-triazine-2,4,6-triamine (1:1)	organic mono-constituent	Flammehæmmer	255,0	5,93E-16	2,7	-2,28	0	-8
38051-10-4	253-760-2	2,2-bis(chloromethyl)trimethylene bis(bis(2-chloroethyl)phosphate)	organic mono-constituent	Flammehæmmer	583,0	2,75E-06	0,312	3,31	-3	-2
40601-76-1	254-996-9	1,3,5-Tis(4-tert-butyl-3-hydroxy-2,6-dimethylbenzyl)-1,3,5-triazine-2,4,6-(1H, 3H, 5H)- trione	organic mono-constituent	Antioxidant	700,0	8,52E-25	1,19E-11	15,3	-7	-10
	915-687-0	Reaction mass of Bis(1,2,2,6,6-pentamethyl-4-piperidyl) sebacate and Methyl 1,2,2,6,6-pentamethyl-4-piperidyl sebacate	organic UVCB	Varmestabilisator	370,0	3,77E-04	1,97	5,14	-4	-3
37640-57-6	915-687-0	Reaction mass of Bis(1,2,2,6,6-pentamethyl-4-piperidyl) sebacate and Methyl 1,2,2,6,6-pentamethyl-4-piperidyl sebacate	organic UVCB	Varmestabilisator	590,0	1,05E-07	0,0078	6,92	-5	-6

Af de additiver hvis potentiale for frigivelse har været vurderet, er det en flammehæmmer og en varmemestabilisator, der har det største potentiale til at blive frigivet til indeklimaet fra PUR-materialet, da disse to stoffer har et frigivelsespotentiale på henholdsvis -2 og -3. Generelt er gruppen af blødgørere og antistatiske midler ikke blevet vurderet mht. deres frigivelsespotentiale fra PUR, på trods af, at begge grupper af stoffer generelt har et højt potentiale for at blive frigivet fra plast og derfor også må forventes at kunne frigives fra PUR i høj grad. Antistatiske midler ser dog ikke ud til at blive anvendt i stor stil i PUR. Ifølge Bilag 1.6 "Antistatiske midler" anvendes der udelukkende zinkoxid som antistatisk middel i PUR og i koncentrationer på op til 5 %. Blødgørere (se Bilag 1.8 "Blødgørere") anvendes der derimod i mange forskellige forbindelser af (34 forskellige blødgørere er opgjort af ECHA) – også en del ftalater, som er på Kandidatlisten i dag. Disse blødgørere anvendes i høje koncentrationer på mellem 10 og 35 %, når de anvendes i PUR. Hvorvidt brugen af blødgørere er meget udbredt i PUR-skum vides ikke, men det er nævnt i flere kilder. F.eks. er der identificeret ftalater i PUR-skum i høretelefoner i det tidligere kortlægningsprojekt for Miljøstyrelsen (Schmidt et al., 2008).

Det forventes således, at følgende grupper af stoffer vil have det største frigivelsespotentiale fra PUR:

- Flammehæmmere
- Varmestabilisatorer
- Blødgørere
- Antistatiske midler

6.3 Diskussion og konklusion

Der er kun identificeret få undersøgelser, som har fokuseret på afgang af VOC fra forbrugerprodukter, der indeholder PUR-skum. Disse er beskrevet og viser, at det typisk er en lang række forskellige VOC'er, der afgasser fra PUR-skum. De undersøgelser, der er beskrevet, viser, at det ikke nødvendigvis er de samme VOC, som afgasser. Dette kan skyldes, at der findes flere forskellige typer af PUR-skum, som fremstilles på forskellig vis, selvom udgangsmaterialet typisk er det samme. En anden forklaring kan være forskel i brug af analysemetoder.

Et interessant aspekt, der er diskuteret i en artikel fra 2003 er, at ud over, at PUR-skum i sig selv er en kilde til afgang af VOC i indeklimaet, så er PUR-skum også i stand til at fungere som en slags absorbent for VOC i indeklimaet og kan således ifølge forfatterne (Zhao et al., 2003) ophobe VOC, hvis koncentrationen af VOC i indeklimaet er højere (end i f.eks. madrassen eller sofahynden). Absorberet VOC fra indeklimaet kan ifølge forfatterne således senere frigives til indeklimaet, når koncentration af VOC i den omkringliggende luft er faldet. Dette viser, at der er komplicerede processer i spil mht. afgang (og optag) af VOC fra PUR-skum. Hvor relevant og betydende det er i en boligsituation vides ikke, men vil formentlig primært have betydning i særligt forurenende indeklima, som f.eks. rygerhjem, hvor PUR-skum ser ud til at kunne 'holde' længere tid på VOC i indeklimaet. Vi forventer imidlertid, at når vi lægger nye PUR-skum produkter i et "rent" klimakammer, og der måles VOC i luften i klimakammeret efter nogle timer/døgn, som vi har gjort ved klimakammeranalyserne i dette projekt, bør de målte VOC'er således stamme fra PUR-skummet.

Der er desuden identificeret litteratur, som beskriver, at PUR nedbrydes fotokemisk over tid. Disse processer forventes imidlertid ikke at være i spil i dette projekt, idet det er nye forbrugerprodukter, der er indkøbt og analyseret i projektet, og idet de analyserede PUR-skumprodukter i dette projekt er dækket af et yderlag, der lukker af for en del lys.

ECHA har med deres plastdatabase kortlagt anvendelsen af de mest anvendte (målt på mængder) additiver i plast, herunder i PUR. ECHA har foretaget en vurdering af additivernes frigivelsespotentiale fra plast, og denne vurdering er kun foretaget i begrænset omfang fra

PUR, men det vurderes ud fra de begrænsede oplysninger, at nedenstående grupper af additiver vil have det største frigivelsespotentiale fra PUR:

- Flammehæmmere – her er det specifikt flammehæmmeren 2,2-bis(chloromethyl)trimethylene bis(bis(2-chloroethyl)phosphate) (se TABEL 10), der er vurderet at have et højt frigivelsespotentiale
- Varmestabilisatorer – her er det specifikt en bestemt varmemestabilisator (se TABEL 10), der er vurderet at have et højt frigivelsespotentiale
- Blødgørere – en lang række ftalater har et højt frigivelsespotentiale
- Antistatiske midler – antistatiske midler vurderes som gruppe at have et højt frigivelsespotentiale, men der anvendes typisk kun zinkoxid i PUR ifølge ECHAs plastdatabase

7. Udvalgelse af produkter til analyse

Dette kapitel indeholder en beskrivelse af, hvilke forbrugerprodukter af PUR-skum der blev udvalgt til analyse i dette projekt.

7.1 Beskrivelse af fremgangsmåde

Produkterne af PUR-skum, der blev udvalgt til indkøb og dermed analyse, blev udvalgt, så de dækkede:

- Indkøb fra ikke EU-lande, EU-lande (ekskl. Danmark) og Danmark
- Forskellige typer af produkter af PUR-skum (f.eks. madrasser, hovedpuder, puslepuder, sengerande osv.). Det var dog et bevidst valg at fokusere på enten produkter til helt små børn (0-3 år) eller produkter anvendt til søvn (f.eks. madrasser eller hovedpuder) til voksne og unge
- Produkter i forskellige prisklasser
- Produkter fra forskellige producenter (så vidt denne oplysning var tilgængelig ved indkøb)
- Produkter som enten var beskrevet som indeholdende PUR-skum eller andre former for skum, som forventes at bestå af PUR-skum

Med baggrund i de opstillede kriterier blev der i samarbejde med Miljøstyrelsen udvalgt i alt 23 produkter, som skulle indkøbes til projektet. Disse 23 produkter var fordelt på:

- 8 produkter fra ikke-EU-lande. Syv af de otte produkter nåede frem inden igangsættelse af analyserne, så 5 af disse 7 produkter blev udvalgt til analyser.
- 5 produkter fra EU-lande (ekskl. Danmark).
- 10 produkter fra fysiske butikker i Danmark.

7.2 Samlet oversigt over de udvalgte produkter til analyse

TABEL 11 nedenfor indeholder en beskrivelse af de 20 produkter, der blev udvalgt til analyse. Produkterne er navngivet ("Lab nr.") efter, hvor de er købt henne. Dvs.

- "N-EU"-produkterne er købt i ikke-EU-lande, dvs. typisk på Wish.com eller Amazon.com
- "EU"-produkterne er købt i EU (ekskl. Danmark), dvs. typisk på Amazon.de eller eBay.co.uk
- "DK"-produkterne er udtaget til kontrol af Kemikalieinspektionen i Danmark, dvs. i danske butikker

TABEL 11. Navngivning og beskrivelse af de 20 produkter, der blev udvalgt til analyse

Lab nr.	Produkttype	Henvendt til	Produceret i	Materiale*	Certificering
N-EU 2	Hovedpude	Børn 0-3 år	Ukendt	Memory foam	
N-EU 3	Madras	Børn 0-3 år	Kina	PUR	CertiPUR
N-EU 4	Foldemadras	Større børn	Ukendt	PUR	CertiPUR
N-EU 5	Støttemadras	Babyer 0 år	Kina	Skum	
N-EU 6	Hovedpude	Større børn/voksne	Kina	Memory foam	
EU 1	Hovedpude	Børn 0-3 år	Ukendt	PUR	
EU 2	Madras	Større børn/voksne	Italien	PUR	Oeko-Tex
EU 3	Madras	Børn 0-3 år	Ukendt	PUR	Oeko-Tex

Lab nr.	Produkttype	Henvendt til	Produceret i	Materiale*	Certificering
EU 4	Hovedpude	Større børn	Ukendt	PUR og viskose	
EU 5	Foldemadras	Større børn/voksne	UK	PUR	
DK 1	Madras	Større børn/voksne	Danmark	Memory foam	TÜV Rheinland LGA
DK 2	Sengerand	Børn 0-3 år	Danmark	PUR	Oeko-Tex (tekstil)
DK 3	Sengerand	Børn 0-3 år	Danmark	Ukendt	Oeko-Tex
DK 4	Madras	Børn 0-3 år	Ukendt	PUR	CertiPUR, Oeko-Tex
DK 5	Madras	Børn 0-3 år	Slovenien	PUR	
DK 6	Tumlemadras	Større børn	Sverige	Polyetherskum	
DK 7	Madras	Større børn	Sverige	PUR	
DK 8	Hovedpude	Større børn	Ukendt	Memory foam	Oeko-Tex
DK 9	Madras	Større børn/voksne	Ukendt	PUR	CertiPUR, Oeko-Tex
DK 10	Madras	Børn 0-3 år	Danmark?	Memory foam	

* Materiale, som angivet på produktet eller i produktbeskrivelsen på internettet

De 20 produkter udvalgt til analyse fordeler sig således:

- Alderen de henvender sig til:
 - 10 produkter til babyer eller småbørn (dvs. i alderen 0-3 år).
 - 10 produkter til større børn eller voksne. Heraf er 5 produkter mere henvendt til større børn end til voksne. Disse er f.eks. hovedpuder eller madrasser markedsført til børn i alderen 4-7/8-10 år eller tumlemadras/legemadras til børn over 3 år. Disse produkter er beskrevet med teksten "større børn" i kolonnen "henvendt til".
- Produkttypen:
 - 10 madrasser, heraf 6 baby madrasser eller madrasser til små børn, hvoraf en er en støttemadras, der skal støtte babyer, så de bliver liggende på siden, når de sover
 - 2 foldemadrasser
 - 1 tumlemadras
 - 5 hovedpuder, heraf 2 babyhovedpuder til helt små babyer (mod skæve kranier)
 - 2 sengerande, dvs. skum med stof, der skal sættes rundt i kanten på en tremmeseng

8. Emissionsanalyser

I dette afsnit er beskrevet, hvordan prøverne til emissionsanalyserne blev klargjort, hvordan emissionsanalyserne blev udført, og hvad resultaterne af emissionsanalyserne er.

8.1 Procedure til prøveforberedelse

Nedenstående procedure blev anvendt til forberedelse af produktprøverne til emissionsanalyserne (klimakammeranalyserne). Proceduren er baseret på de krav til prøvetagning, som CertiPUR (både den amerikanske og den europæiske) stiller i forbindelse med deres certificeringsordning.

1. De tilsendte produkter blev opbevaret i forsendesesemballagen, indtil alle produkter var modtaget, og de samlet blev skåret op i mindre prøver ('klodser') til analyserne.
2. Ved udskæring af produkterne blev der anvendt ftalatfrie handsker.
3. De 20 indkøbte produkter blev som udgangspunkt skåret op i 'klodser' af 10 x 10 x 10 cm. Medfølgende stof eller plast, som udgjorde en del af produktet på en eller flere af siderne, blev som udgangspunkt siddende på klodsen. Størrelsen af klodsen er beregnet forholdsmæssigt i forhold til overfladearealet af prøven og størrelsen på de anvendte klimakamre, så den svarer til værdien $0,4 \text{ m}^2/\text{m}^3$ (den såkaldte "loading factor") som angivet i CertiPUR-US (2019a).²³
4. Da højden på de indkøbte produkter varierede, blev disse som udgangspunkt skåret op i 10 x 10 cm x højden på produktet, hvis højden var mindre end 10 cm. Ved produkter med lav højde (ca. 5 cm eller lavere) blev der imidlertid skåret produktprøver ud på 15 x 15 cm x højden på produktet for at opnå ca. samme forhold mellem overflade af produktet og volumen af det anvendte klimakammer. Højden er defineret som produktets naturlige højde, dvs. for en madras, der ligger ned, giver det sig selv, hvad der er den naturlige højde.
5. Produkterne blev skåret op med en isoleringskniv og en evt. skalpel, hvis produktet var omsluttet af stof eller plast. Isoleringskniven blev mellem hver opskæring rengjort i sprit (ethanol) og dampede af i et par minutter før næste opskæring. Sprit er så flygtigt, at det ikke burde få indflydelse på analyseresultaterne.
6. Produktprøverne blev som udgangspunkt skåret ud i de ovenfor angivne størrelser. Da det er store produkter, der er skåret i, har det ikke været muligt at gøre dette helt præcist, men de præcise mål er noteret.
7. Der blev udskåret i alt 5 produktprøver fra hvert produkt.
8. De 5 produktprøver blev så vidt muligt skåret ud fra midten af produkterne. Ved mindre produkter, såsom hovedpuder, var dette dog ikke altid muligt. Dette betyder, at alle produktprøver har 4 frie sider (uden stof eller plast, der ellers normalt omslutter produktet), og top og bund af produktet har det medfølgende stof eller plast siddende på (så godt som det nu naturligt sidder fast på skummet).

²³ Ifølge CertiPUR-US anvendes et 500 liter kammer til prøver på 20 x 25 x 15 cm (= $0,235 \text{ m}^2$ overfladeareal af klods – eller $0,205 \text{ m}^2$, hvis man fratrækker en af de mindste flader (15 x 20), som klodsen står på i bunden af kammeret). Dette svarer til ca. $0,4 \text{ m}^2/\text{m}^3$ klimakammer. De anvendte klimakamre i dette projekt er på 119 liter, hvilket svarer til en klods med en overflade på $0,4 \text{ m}^2 \times 0,119 \text{ m}^3 / 1 \text{ m}^3 = 0,0476 \text{ m}^2$. Dette vil ved en kvadratisk klods svare til 9,7 cm x 9,7 cm x 9,7 cm (hvis man kun tæller 5 af de 6 overflader, dvs. ikke tæller den overflade med, som klodsen står på). Dette er rundet op til 10 x 10 x 10 cm.

9. De 5 produktprøver fra hvert produkt blev skåret ud så hurtigt som muligt, hvorefter hver produktprøve ('klods') blev pakket ind i stanniol. To personer foretog opskæringen af produkterne, dvs. en person skar produktprøver ud, mens den anden person pakkede prøverne ind i stanniol umiddelbart efter opskæring.
10. Efter indpakning af hver enkelt prøve i stanniol blev hver enkelt prøve lagt i en prøvepose (med lynlåslukning). Prøveposerne blev markeret med navn og nummer på prøven.
11. Tre prøveposer blev pakket i en papkasse og sendt til Eurofins Product Testing A/S til analyse umiddelbart efter. En produktprøve blev gemt hos FORCE Technology, og den sidste produktprøve blev sendt til Miljøstyrelsen.
12. Hos Eurofins Product Testing A/S blev en af de modtagne produktprøver pakket ud af stanniolen direkte i klimakammeret.
13. Produktprøven blev lagt i bunden af klimakammeret på den mindste side (arealmæssigt) for at sikre størst areal til afgang. Hvis prøven havde plast eller stof på en af siderne, blev klodsens dog altid lagt på denne side.
14. Produktprøven blev trykket sammen med hånden (iført ftalatfri handske) 10 gange, inden klimakammeret blev lukket. Dette blev gjort for at simulere bevægelse på produktet (f.eks. på madras eller hovedpude ved brug).
15. Der blev foretaget målinger af afgassede VOC fra produktet efter henholdsvis 1 time og 3 døgn (72 timer).

8.1.1 Diskussion af procedure til prøveforberedelse

Ved ovenstående produktklargøringsprocedure har vi så vidt muligt fulgt de retningslinjer, der er angivet i CertiPUR (den amerikanske og den europæiske). Det har dog ikke været muligt at sikre, at prøverne er skåret op senest 7 dage efter produktionen, da man som køber, ikke har adgang til informationer herom. De tilsendte produkter har derfor været opbevaret i den tilsendte emballage, indtil opskæringen af prøverne foregik. Ved ankomst blev transportemballagen kun lige åbnet for at identificere produkterne, hvorefter transportemballagen blev lukket til igen. Alle produkter var herudover pakket ind i plast og/eller pap inde i transportemballagen.

I praksis lå produkterne 7 til 34 dage, inden de blev skåret op og sendt til analyse. Opskæringen af produkterne tog i alt tre dage, og prøverne var registreret som modtaget hos analysefirmaet (Eurofins Product Testing A/S) fire dage senere. Herefter blev prøverne analyseret i klimakammeret inden for 4 dage (DK 1-DK 7) til 14 dage (de resterende produkter, undtagen EU 3). For et enkelt produkt (EU 3) gik der 18 dage fra modtagelse af prøverne til analyserne i klimakammeret blev foretaget. Dette skyldtes, at analysen, af forskellige årsager, skulle laves om for dette specifikke produkt. Til sammenligning kan det nævnes, at kravet i CertiPUR-US er, at prøven skal udtages senest 7 dage efter skumproduktionen og skal være ankommet til testlaboratoriet inden 14 dage, samt være testet i klimakammeret for afgang af VOC inden 35 dage efter modtagelsen af prøven.

Jo længere tid produkterne har ligget inden analysen, desto større mulighed har produkterne haft for at afgasse VOC inden den egentlige kemiske analyse, der er foretaget i dette projekt. Af praktiske (og økonomiske) årsager har det imidlertid ikke været muligt at foretage opskæring af, forsendelse og kemisk analyse af hvert enkelt produkt efterhånden, som vi modtog produkterne. Da vi ikke har information om, hvornår produkterne er blevet produceret, kan tiden fra produktion til modtagelse af produktet meget vel være den længste periode. Vi ved heller ikke, om produkterne har stået og gasset af i en periode efter produktionen eller er blevet pakket ind i emballage umiddelbart efter produktionen. Der er således store usikkerhedsfaktorer mht. afgangningen, men dette er ikke anderledes, end når forbrugere indkøber produkter til eget forbrug.

8.2 Anvendt analysemetode

Generelt er de udførte emissionsanalyser gennemført i henhold til de procedurer/standarder, der er beskrevet i FIGUR 4 nedenfor, samt de specifikke prøvetagningsmetoder og laboratorieanalyser som angivet i FIGUR 5 nedenfor. Den relative standard afvigelse (RSD) for analysen generelt er 22 %. Den udvidede usikkerhed på TVOC, Um, svarer til 2 x RSD, dvs. i alt 44 %.

Regulation, protocol or standard	Version	Reporting limit VOC [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Calculation of TVOC	Combined uncertainty ^a [RSD(%)]
EN 16516	October 2017	5	Toluene equivalents	22%
ISO 16000 -3 -6 -9 -11	2006-2011 depending on part	2	Toluene equivalents	22%
ASTM D5116-10	2010	-	-	-

FIGUR 4. De generelle testreferencer, som analyseinstituttet Eurofins Product Testing A/S har anvendt ved klimakammeranalyserne. Billedet er et udklip fra de originale testrapporter.

Procedure	External Method	Internal SOP	Quantification limit / sampling volume	Analytical principle	Uncertainty ^a [RSD(%)]
Sample preparation	ISO 16000-11:2006, EN16402:2013, CDPH, AgBB, EMICODE	71M549810	-	-	-
Emission chamber testing	ISO 16000-9:2006, EN 16516:2017	71M549811	-	Chamber and air control	-
Sampling of VOC	ISO 16000-6:2011, EN 16516:2017	71M549812	5 L	Tenax TA	-
Analysis of VOC	ISO 16000-6:2011, EN 16516:2017	71M542808B	1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	ATD-GC/MS	10%
Sampling of aldehydes	ISO 16000-3:2011, EN 16516:2017	71M549812	35 L	DNPH	-
Analysis of aldehydes	ISO 16000-3:2011, EN 717-1, EN 16516:2017	71M548400	3-6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	HPLC-UV	10%
Sampling of dichloromethane	ISO 16200-1	71M549812	60 L	Charcoal	-
Analysis of dichloromethane	ISO 16200-1	71M542404	1 μg	GC-FID	10%

FIGUR 5. De specifikke prøvetagningsmetoder og laboratorieanalyser, som analyseinstituttet Eurofins Product Testing A/S har anvendt ved klimakammeranalyserne. Billedet er et udklip fra de originale testrapporter.

8.2.1 Testparametre anvendt for klimakammeranalyserne

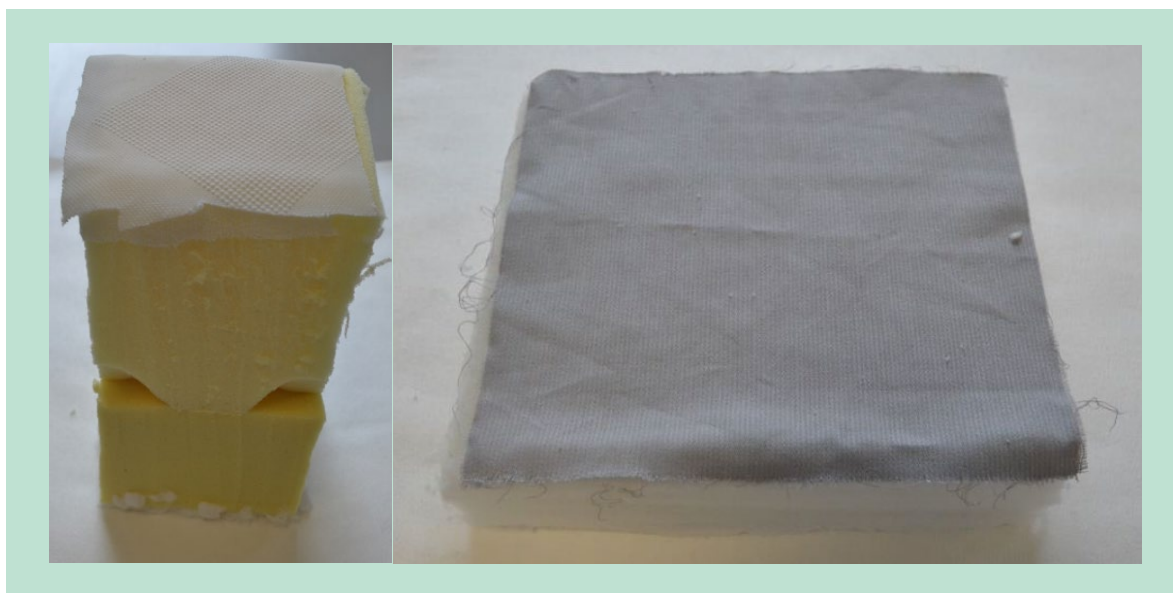
Testparametrene gældende for alle 20 klimakammeranalyser var:

- 119 liters klimakammer blev anvendt
- Luftsiftet var 0,5 i timen
- Den relative fugtighed (RH) af tilføringsluften var 50 ± 3 %
- Temperaturen på den tilførte luft var 23 ± 1 °C

8.2.2 Forberedelse af prøvematerialet

Prøvematerialet blev klemt sammen inde i klimakammeret 10 gange, inden analysen blev igangsat. Prøven blev placeret i klimakammeret med ydersiden nedad, dvs. med yderstof hhv. nederst og øverst, så fire flader af PUR-skum var blotlagt, som angivet i billedet i eksemplerne

nedenfor (FIGUR 6). Dvs. at højden af produktet afgør, hvor meget af PUR-skummet der er blotlagt i klimakammeret.



FIGUR 6. Eksempler på prøver inden de er placeret i klimakammeret. Prøven til venstre er ca. 20 cm høj (tyk madras), hvor prøven til højre kun er ca. 4 cm tyk (sengerand). Billedet viser desuden, at prøven til venstre består af i alt seks lag: To tynde lag øverst, to lag skum og to lag nederst.

8.2.3 Beskrivelse af VOC-emissionstestene

Afgasning af flygtige stoffer blev udført i 119 L klimakamre i rustfrit stål i henhold til veletablerede testmetoder (ISO 16000-9 og EN 16516) for materialers afgasning ved 23 °C, 50 % luftfugtighed (RH) og et luftskifte på 0,5 per time. Prøvetagning og analyse af VOC'er blev foretaget i henhold til ISO 16000-6, mens prøvetagning og analyse af aldehyder blev foretaget i henhold til ISO 16000-3. Prøvetagning og analyse af dichlormethan blev foretaget på kulrør i henhold til ISO 16200-1.

Inden prøven kom i klimakammeret, blev der foretaget en blindprøve på alle relevante opsamlingsmedier for at sikre, at kammeret var helt rent.

Der blev udtaget prøver på klimakammeret efter en time og efter 3 dage på de relevante opsamlingsmedier. På tenax blev opsamlet 2,5 L og 5 L luft ved flow på hhv. 87 og 45 mL/min til VOC-analyse, og på 2,4-dinitrophenylhydrazine coatede silica-rør (DNPH-rør) blev opsamlet 35 L luft ved et flow på 330mL/min til carbonylanalyse. På kulrør blev opsamlet 60 L luft med et flow på 400 mL/min. Al prøvetagning er akkrediteret.

Alle testresultater er beregnet som en specifik emissionsrate (SER) og som ekstrapoleret luftkoncentration ifølge European Reference Room (EN 16516, AgBB, EMICODE, M1 and Indoor Air Comfort).

8.2.3.1 ISO 16000-6 Screeningsanalyser for afgassede stoffer fra klimakammertest ved ATD-GC/MS

De opsamlede VOC'er på Tenax blev termisk desorberet (TD) og analyseret ved gaskromatografi koblet med masseselektiv detektion (GC/MS) på et Markes-Agilent system med en 30 m HP-5 GC-kolonne.

Identiteten af VOC'er blev verificeret ved søgning i NIST bibliotek med overensstemmelse i MS-spektret på over 80%. Standarden foreskriver, at hvis der ikke kan fastslås en identitet af stoffet (VOC'en) med over 80 % sandsynlighed, skal stoffet (toppen) angives som "ikke identificeret".

De identificerede VOC'er, VVOC'er samt SVOC'er i koncentrationer over 5 µg/m³ er kvantificeret og rapporteret både som toluen-ækvivalenter og specifikke koncentrationer, jf. EN 16516. Detektionsgrænsen (LOD) er stofafhængig, men er typisk 1 - 10 ng på Tenaxmedie, som svarer til 1,0 - 2,5 µg/m³ i luft ved opsamling af 5 liter luft. Ved opsamling af 2,5 L luft er detektionsgrænsen 2,0 – 5,0 µg/m³. Analyseusikkerheden for VOC er stofafhængig, men ligger inden for ca. 20 % (RSD, relativ standardafvigelse). Bestemmelsen af komponenter med en usikkerhed på <10% er akkrediterede, de andre er ikke.

Som udgangspunkt er alle enkeltstoffer, som har en angivet LCI/NIK²⁴ værdi (Lowest Concentration of Interest) ifølge de seneste relevante publikationer, identificeret, hvis de er til stede.

VOC, VVOC og SVOC er i denne sammenhæng defineret som:

- VOC: Volatile Organic Compounds (flygtige organiske forbindelser). Defineres som alle stoffer, der afgasser i intervallet mellem og inklusive n-hexan (n-C6) og n-hexadecan (n-C16).
- VVOC: Very Volatile Organic Compounds (meget flygtige organiske forbindelser). Defineres som alle stoffer, der afgasser før n-hexan (n-C6).
- SVOC: Semi Volatile Organic Compounds (semiflygtige organiske forbindelser). Defineres som alle stoffer, der afgasser efter n-hexadecan (n-C16), men mellem og inklusive n-docosan (n-C22).
- TVOC: Total Volatile Organic Compounds (total flygtige organiske forbindelser). Er i denne sammenhæng defineret som summen af alle individuelle VOC'er med en koncentration højere end eller lig med 5 µg/m³.

8.2.3.2 ISO 16000-3 Bestemmelse af flygtige carbonyler (aldehyder og ketoner) opsamlet på 2,4-dinitrophenylhydrazine coatede silica-rør (DNPH-rør)

De derivatiserede carbonyler blev elueret med acetonitril og analyseret ved HPLC med UV-detektion. De er identificeret ved retentionstid og UV-spektrum, og kvantificeret vha. kalibrerede referencestoffer. Detektionsgrænserne (LOD) er hhv. 0,04 µg for formaldehyd, acetaldehyd, 0,1 µg for butanal, 0,08 µg for acrolein og propanal samt 0,5 µg for crotonaldehyd på DNPH-medie. Analyseusikkerheden for carbonyler er 10 % (RSD, relativ standardafvigelse), dvs. den totale usikkerhed er 20 %. Metoden er akkrediteret.

8.2.3.3 ISO 16200-1 Bestemmelse af dichlormethan opsamlet på kulrør

Kulrørene blev elueret med DMF og analyseret ved gaschromatografi koblet til en flammeioniseringsdetektor (GC/FID) på et Agilent system. Der blev benyttet to kolonner på 4 m; 10 % Carbowax 1500 på Chromosorb HP og 10 % Carbowax på Chromosorb + 10 % DIDP på Chromosorb HP blandet 1:1. Analyseusikkerheden er 10% (RSD, relativ standardafvigelse), dvs. den totale usikkerhed er 20 %. Metoden er akkrediteret.

8.3 Resultater – emissionsanalyser

For hver af de 20 valgte PUR-skumprodukter blev der foretaget emissionsanalyser efter henholdsvis 1 time og efter 3 døgn. Dette har resulteret i en meget stor mængde af data, idet der

²⁴ LCI står for Lowest Concentration of Interest, som er en værdi, der benyttes i indeklimasammenhænge. Jo lavere LCI-værdi jo mere bekymrende er stoffet rent sundhedsmæssigt. NIK er den tyske pendant til den europæiske LCI-værdi.

er mellem ca. 10 og 30 forskellige stoffer, der er afgasset fra hvert produkt ved 1 time og mellem ca. 1 og 18 forskellige stoffer, der er afgasset fra hvert produkt efter 3 døgn. Af denne årsag er ikke alle data afrapporteret i denne rapport, men der er udvalgt enkelte parametre, som er afrapporteret nedenfor. Disse er:

1. Samlet oversigt over alle stoffer, der er identificeret som afgasset fra en eller flere af prøverne
2. Grafisk oversigt over den totale koncentration af VOC (TVOC), SVOC (TSVOC) og aldehyder, der er afgasset fra de 20 prøver
3. Grafisk oversigt over den totale koncentration af afgassede stoffer fordelt på DK, EU og N-EU produkter
4. Lugten observeret fra prøverne sammenholdt med den totale afgasning af stoffer fra prøverne
5. Sammenligning af de afgassede koncentrationer med grænseværdierne i certificeringsordningerne

Disse oversigter er præsenteret i afsnit 8.3.1 til 8.3.5 nedenfor.

Det skal bemærkes, at der i denne rapport er rapporteret de specifikke koncentrationer af stofferne, som er afgasset (svarende til kolonnen "Specific Conc." i analyserapporterne – se Bilag 2 for yderligere forklaring). Til sammenligning anvendes der i CertiPUR-ordningerne den totale koncentration af VOC afgasset (TVOC) angivet i toluen-ækvivalenter, dvs. hvor koncentrationen af afgassede stoffer er beregnet som, hvis alt var toluen. Afgasningen af toluen-ækvivalenter er ikke rapporteret i denne rapport, men ved sammenligning af grænseværdierne i certificeringsordningerne er begge værdier opgivet.

Derudover skal det bemærkes, at standarden for emissionsanalyserne i klimakammer foreskriver, at resultaterne skal opgives for en specifik "loading factor" på $0,4 \text{ m}^2/\text{m}^3$, hvilket er forholdet mellem overfladearealet (for fem sider af prøvematerialet – undtagen bunden) og volumen af klimakammeret. Alle rapporterede resultater er således justeret til denne specifikke "loading factor", hvilket gør resultaterne for de enkelte prøver umiddelbart sammenlignelige på trods af størrelsesforskelle på prøverne (forskelle ved udsukering af prøverne og forskelle i højden på prøverne).

8.3.1 Alle stoffer identificeret som afgasset fra en eller flere prøver

Stofferne præsenteret i nedenstående tabel (TABEL 12) er alle de stoffer, der er identificeret som afgasset fra en eller flere af PUR-skumprøverne efter 1 time. Der er i alt identificeret 75 forskellige stoffer, der afgasser fra PUR-skummet (fra én eller flere af prøverne), og heraf er syv af linjerne i tabellen repræsenteret af summer af forskellige grupper af stoffer eller ikke-identificerede stoffer. Dvs. i alt 68 forskellige kemiske stoffer er identificeret som stoffer, der afgasser fra PUR-skum efter 1 time. Det skal bemærkes, at 38 af de 68 stoffer ikke blev identificeret igen efter 3 døgn. Til gengæld blev der identificeret fem andre stoffer efter 3 døgn, som ikke blev identificeret efter 1 time. Disse fem stoffer er dog typisk kun set afgasset fra et enkelt produkt og i lave koncentrationer, bortset fra et enkelt stof (2-ethylhexansyre), der er identificeret som afgasset fra 3 af de 20 produkter. Disse stoffer er listet i TABEL 13 nedenfor umiddelbart efter TABEL 12.

Stofferne i TABEL 12 er listet, så stoffer identificeret i den højeste afgassede koncentration står øverst. I kolonnen yderst til højre er det desuden angivet, om stoffet også blev identificeret i PUR-skum i Miljøstyrelsens kortlægningsrapport om squishies (Klinke et al., 2018).

TABEL 12. Stoffer identificeret som afgasset efter 1 time, fra en eller flere af PUR-skumprøverne

CAS Nr.	Stofnavn	Højeste konc. (µg/m ³)	Laveste konc. (µg/m ³)	Antal produkter stoffet afgasser fra, efter 1 time	Stoffet er også set afgasset efter 3 døgn	Stoffet afgassede også fra squishies efter 1 time ²⁵
-	TVOC (sum af alle VOC)	1900	10	20	Ja	Ja
68-12-2	Dimethylformamid	1500	3,5	6	Ja	Ja
-	Mættede alifatiske hydrokarboner højere end C9	340	46	10	Ja	-
13475-82-6	2,2,4,6,6-Pentamethylheptane	240	2,6	12	Ja	Nej
64-19-7	Eddikesyre	200	17	4	Ja	Nej
541-02-6	Decamethylcyclopentasiloxane	190	3,3	16	Ja	Ja
556-67-2	Octamethylcyclotetrasiloxane	150	11	6	Nej	Ja
78-40-0	Triethylphosphate	120	120	1	Ja	Ja
104-76-7	2-Ethyl-1-hexanol	94	3	8	Ja	Nej
540-97-6	Dodecamethylcyclohexasiloxane	87	2,1	11	Ja	Ja
280-57-9	Triethylenediamine	84	84	1	Ja	Ja
34590-94-8	Dipropylene glycolmethylether	70	23	2	Ja	Nej
123-38-6	Propionaldehyde	63	0	1	Ja	Ja
-	Sum af ikke identificerede VOC >C9	57	10	3	Ja	-
13466-78-9	3-Carene	49	2,6	15	Ja	Ja
108-88-3	Toluene	44	2,2	16	Ja	Ja
15176-21-3	1,4-Dioxane, 2,5-dimethyl- *	42	3,5	3	Nej	Nej
-	Ikke identificeret	41,1	2,2	13	Ja	-
80-56-8	α-Pinene	40	3,1	20	Ja	Ja
-	TSVOC	32	0	5	Ja	Ja
593-45-3	n-Octadecane	32	32	1	Nej	Nej
3333-52-6	Tetramethylbutanedinitrile	29	24	2	Ja	Ja
141-63-9	Dodecamethylpentasiloxane	28	3,3	5	Ja	Nej
-	Andre alkylbenzener	27	2,1	3	Nej	-
21460-36-6	2-Propanol, 1-(2-propoxy)-	27	2,2	3	Ja	Ja
629-59-4	n-Tetradecane	21	2,1	3	Ja	Ja
71-36-3	1-Butanol	19	2,3	15	Nej	Ja

²⁵ Data stammer fra screening udført i projektet om "Undersøgelse og risikovurdering af parfume og andre organiske stoffer i squishy legetøj" (Klinke et al., 2018)

CAS Nr.	Stofnavn	Højeste konc. (µg/m ³)	Laveste konc. (µg/m ³)	Antal produkter stoffet afgasser fra, efter 1 time	Stoffet er også set afgasset efter 3 døgn	Stoffet afgassede også fra squishies efter 1 time ²⁵
50-00-0	Formaldehyde	18	0	14	Ja	Ja
-	Sum af ikke identificerede SVOC > C16	17	17	1	Nej	-
616-38-6	Carbonic acid, dimethyl ester	17	17	1	Nej	Ja
179601-23-1	m/p-Xylene	15	2,2	10	Nej	Ja
541-05-9	Hexamethylcyclotrisiloxane *	15	8,3	2	Nej	Ja
107-52-8	Hexatradecamethylsiloxane *	15	15	1	Ja	Nej
66-25-1	Hexanal	14	2	18	Ja	Nej
108-95-2	Phenol *	12	2,4	6	Ja	Ja
78-93-3	Methylethylketone (MEK)**	12	2,1	3	Nej	Ja
123-86-4	Butyl acetate	11	2,6	4	Nej	Ja
470-82-6	Eucalyptol	10	10	1	Nej	Nej
75-07-0	Acetaldehyde	9,5	0	2	Nej	Ja
112-40-3	n-Dodecane	9,1	2,2	9	Ja	Ja
141-32-2	Butylacrylate	8,2	2,6	2	Nej	Nej
629-50-5	n-Tridecane	8	2,1	4	Ja	Ja
2460-77-7	2,5-di-tert-Butyl-1,4-benzoquinone	7,9	7,9	1	Ja	Nej
95-47-6	o-Xylene	7,6	2,4	2	Nej	Ja
89-78-1	Menthol	7,4	7,4	1	Nej	Nej
475-20-7	Longifolene	7,3	2,4	3	Ja	Nej
141-62-8	Decamethyltetrasiloxane	7,2	3	3	Nej	Nej
127-18-4	Tetrachloroethylene	7,2	2,2	2	Nej	Nej
98-83-9	α-Methylstyrene	6,6	2,4	2	Ja	Nej
128-37-0	Butylhydroxytoluene BHT	6,5	2,2	2	Ja	Ja
1000215-29-0	cis-3-Methyl-endo-tricyclo[5.2.1.0(2.6)]decane	6,1	6,1	1	Nej	Nej
103-11-7	2-Ethylhexyl acrylate	6	6	1	Ja	Nej
57-55-6	1,2-Propandiol (Propylene glycol)	5,8	5,8	2	Nej	Ja
1120-21-4	n-Undecane	5,7	2	5	Nej	Ja
1137-12-8	Longicyclene	5,6	3,1	2	Ja	Nej
100-42-5	Styrene	5,4	2,2	4	Nej	Ja
95-50-1	1,2-Dichlorbenzen	5,4	5,4	1	Nej	Nej
106-46-7	1,4-Dichlorobenzene	5	5	1	Nej	Nej
100-41-4	Ethylbenzene	4,5	4,5	1	Nej	Ja
108-94-1	Cyclohexanone	4,4	2,5	5	Ja	Ja
95-63-6	1,2,4-Trimethylbenzene	4,4	2,7	2	Nej	Ja

CAS Nr.	Stofnavn	Højeste konc. (µg/m ³)	Laveste konc. (µg/m ³)	Antal produkter stoffet afgasser fra, efter 1 time	Stoffet er også set afgasset efter 3 døgn	Stoffet afgassede også fra squishies efter 1 time ²⁵
-	Sum af kræftfremkaldende stoffer	4,3	0	1	Nej	-
107-06-2	1,2-Dichloroethane	4,3	4,3	1	Nej	Ja
629-62-9	n-Pentadecane	3,6	2,7	3	Ja	Ja
617-94-7	2-Phenyl-2-propanol	3,3	3,3	1	Nej	Nej
138-86-3	Limonene	3	2,3	4	Nej	Nej
124-18-5	n-Decane	2,9	2,9	1	Nej	Ja
142-82-5	n-Heptane	2,7	2,2	2	Nej	Ja
100-52-7	Benzaldehyde	2,7	2,7	1	Nej	Ja
25265-77-4	Texanol	2,7	2,7	1	Ja	Nej
5131-66-8	1-Butoxy-2-propanol	2,6	2,6	1	Nej	Nej
127-91-3	β-Pinene	2,5	2,5	1	Nej	Ja
103-65-1	n-Propylbenzene	2,5	2,5	1	Nej	Ja
107-41-5	Hexylene glycol (2-methyl-2,4-pentanediol)	2,4	2,4	1	Nej	Nej
1135-66-6	Isolongifolene	2,3	2,3	1	Nej	Ja

* betyder, at værdierne kan være overestimeret pga. bidrag fra systemet

** værdierne kan være højere, da metoden ikke er optimal for meget flygtige stoffer

TABEL 13. Stoffer, der er identificeret som afgasset fra PUR-skumprøverne efter 3 døgn, men ikke efter 1 time

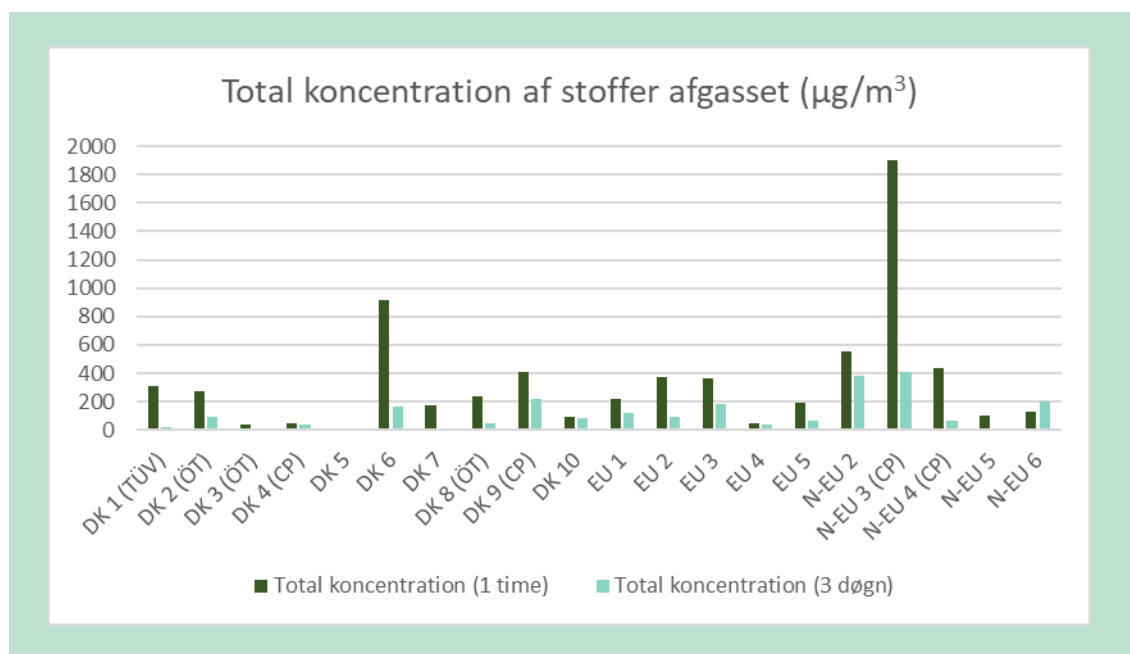
CAS Nr.	Stofnavn	Højeste konc. (µg/m ³)	Laveste konc. (µg/m ³)	Antal produkter stoffet afgasser fra efter 3 døgn	Stoffer afgassede også fra squishies efter 1 time
108-32-7	Propylene carbonate	110	110	1	Ja
	Mættede alifatiske hydrokarboner >C16	18	18	1	-
29911-82-2	Dipropylene glycol mono-n-butylether	16	16	1	Nej
62183-79-3	2,2,4,4-Tetramethylotane	8,9	8,9	1	Nej
149-57-5	2-Ethylhexanoic acid	7,9	5,8	3	Nej
544-76-3	n-Hexadecane	2,3	2,3	1	Nej

Det ses af TABEL 12 og TABEL 13, at mange af de samme stoffer (41 ud af 68) er identiske med stoffer, der er identificeret som afgasset fra PUR-skum i squishies (Klinke et al., 2018).

8.3.2 Identificerede stofgrupper fra de 20 prøver

FIGUR 7 nedenfor indeholder en oversigt over den samlede koncentration af stoffer, der afgasser fra de 20 produkter af PUR-skum, efter henholdsvis 1 time og 3 døgn. Det ses, at der er stor forskel på den totale koncentration af afgassede stoffer. Den største afgasning forekommer fra N-EU 3 med en total koncentration på 1905 µg/m³ efter 1 time og 410 µg/m³ efter 3 døgn. Laveste afgasning ses fra DK 3 med en total koncentration på 36 µg/m³ efter 1 time og fra DK 7 med en total koncentration af stoffer afgasset på 3 µg/m³ efter 3 døgn.

Det generelle billede er helt klart, at koncentrationen af afgassede stoffer falder fra første måling efter 1 time til målepunktet efter de 3 døgn. Gennemsnitligt falder koncentrationen af afgassede stoffer med 58 % fra 1 time til 3 døgn. Dette tal dækker dog over store variationer, idet der er et fald i koncentration fra 1 time til 3 døgn på mellem minus 53 % og plus 99 %. I to af produkterne (DK 10 og N-EU 6) er der fundet en *højere* koncentration af de afgassede stoffer efter 3 døgn end i målingen efter 1 time. For DK 10 er der tale om en stigning på 2 %, hvilket kan forklares med analyseusikkerheder, hvorimod stigningen for N-EU 6 er på 53 %.

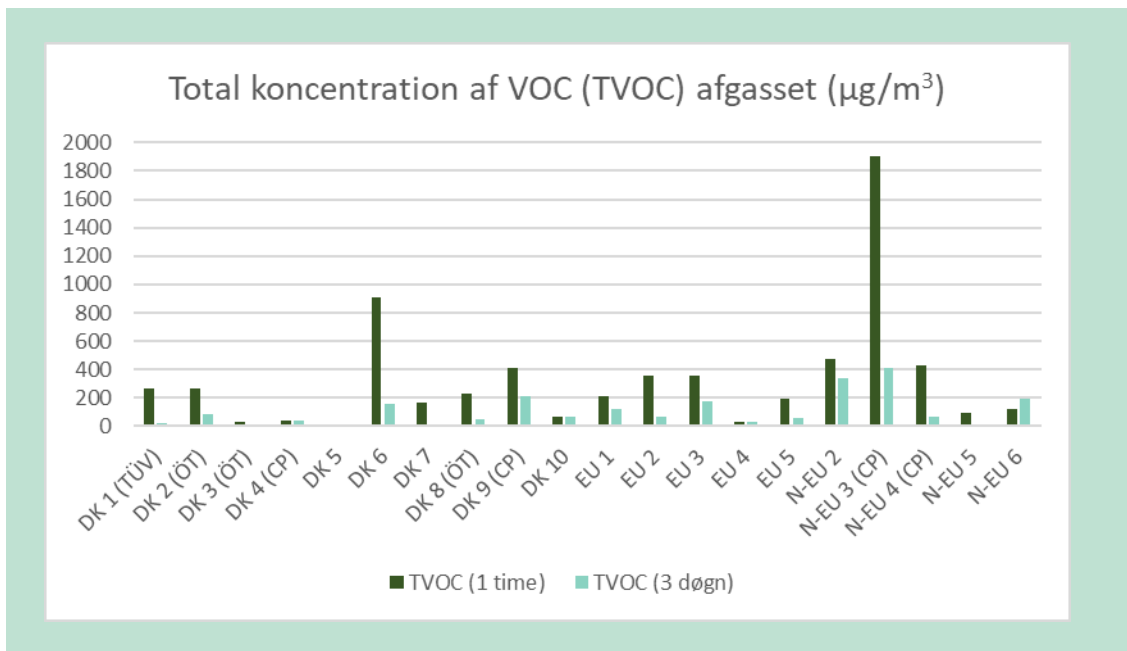


FIGUR 7. Den totale koncentration af stoffer (i $\mu\text{g}/\text{m}^3$), der afgasser fra de 20 produkter af PUR-skum efter henholdsvis 1 time (mørkegrøn) og efter 3 døgn (lys grøn). Produkter med en certificering er angivet i parentes: TÜV = TÜV Rheinland, CP = CertiPUR, ÖT = Öeko-Textil-certificeret.

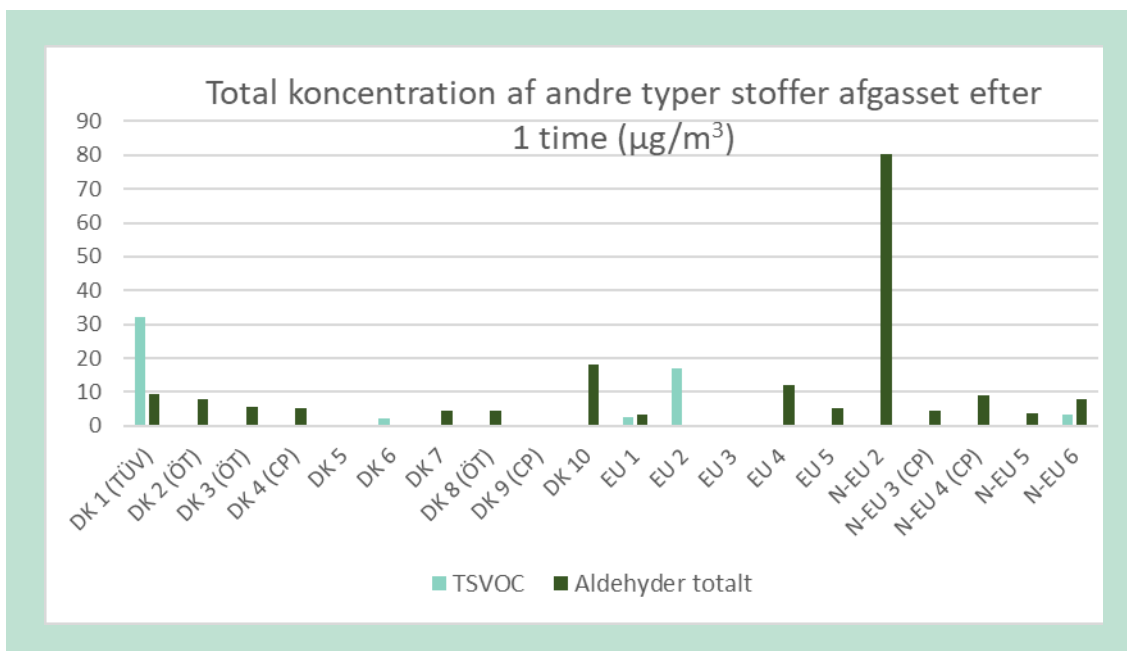
Den samlede koncentration af stoffer, der afgasser fra PUR-skumprodukterne, dækker over følgende kategorier af stoffer:

- VOC
- SVOC
- Aldehyder (primært formaldehyd, men i enkelte tilfælde også acetaldehyd og propionaldehyd)

Der er derfor i de efterfølgende figurer (FIGUR 8, FIGUR 9 og FIGUR 10) illustreret fordelingen mellem de enkelte typer af stoffer. VOC er angivet i en separat figur, da de klart repræsenterer den største koncentration, der afgasser fra produkterne. Billedet fra FIGUR 8 ligner derfor meget billedet fra FIGUR 7.

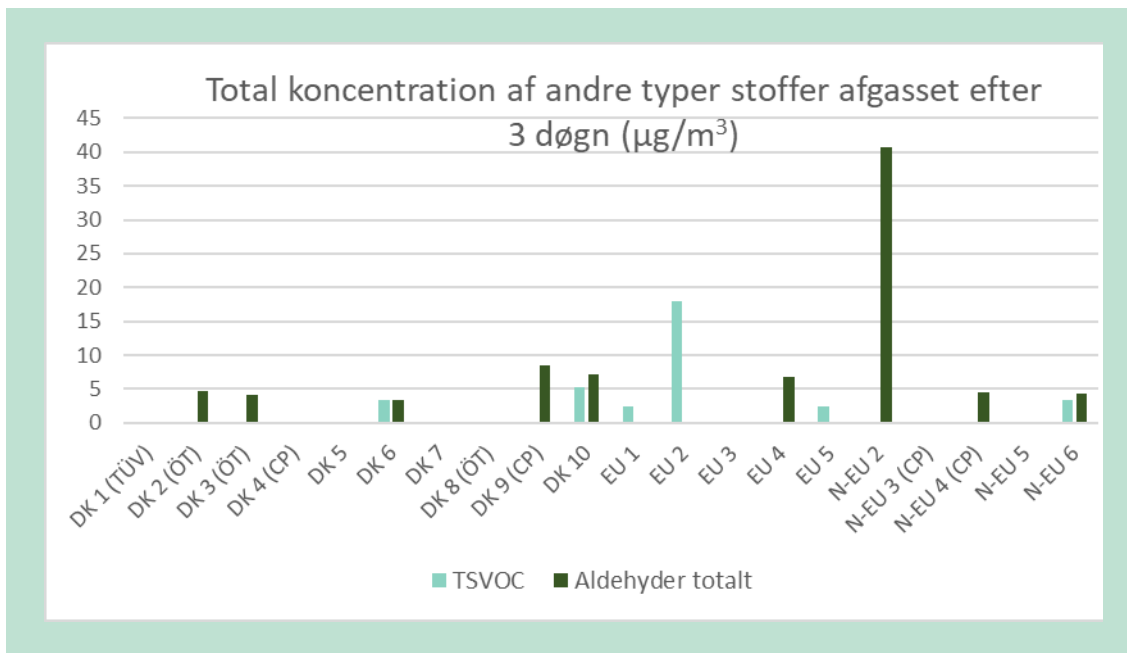


FIGUR 8. Den totale koncentration af VOC (i $\mu\text{g}/\text{m}^3$), der afgasser fra de 20 produkter af PUR-skum efter henholdsvis 1 time (mørkegrøn) og efter 3 døgn (lys grøn). Produkter med en certificering er angivet i parentes: TÜV = TÜV Rheinland, CP = CertiPUR, ÖT = Öeko-Tex certificeret.



FIGUR 9. Den totale koncentration af hhv. aldehyder og SVOC (i $\mu\text{g}/\text{m}^3$), der afgasser fra de 20 produkter af PUR-skum efter 1 time. Produkter med en certificering er angivet i parentes: TÜV = TÜV Rheinland, CP = CertiPUR, ÖT = Öeko-Tex-certificeret.

Af pladshensyn er den totale koncentration af hhv. aldehyder og SVOC for hhv. 1 time og 3 døgn afbildet på hver sin figur.

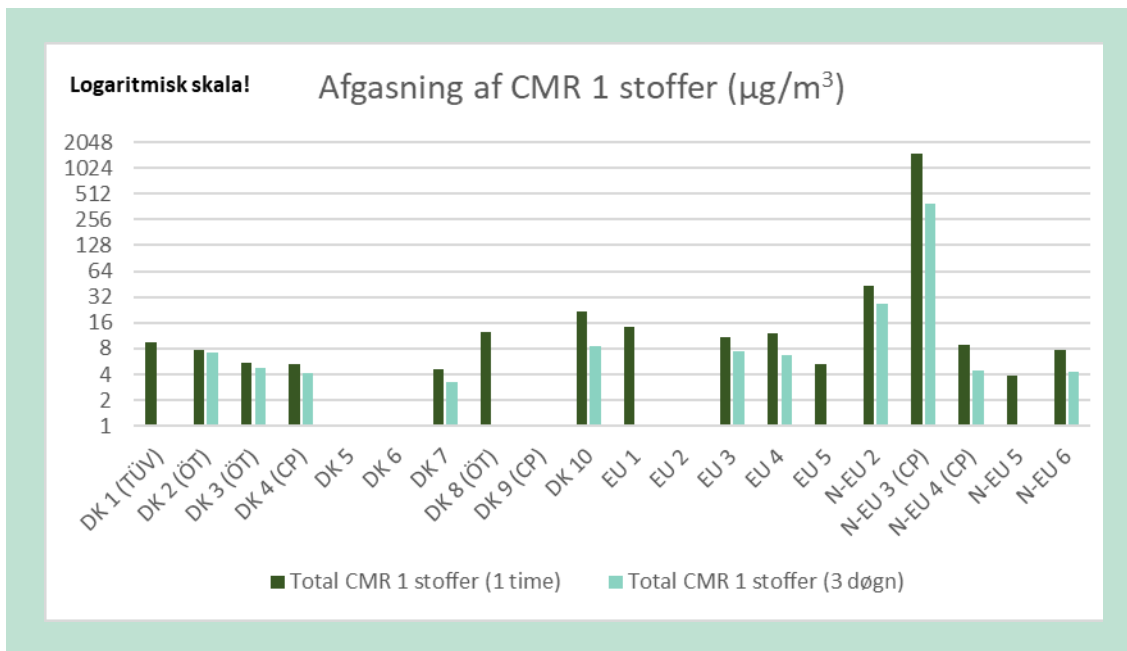


FIGUR 10. Den totale koncentration af hhv. aldehyder og SVOC (i $\mu\text{g}/\text{m}^3$), der afgasser fra de 20 produkter af PUR-skum efter 3 døgn. Produkter med en certificering er angivet i parentes: TÜV = TÜV Rheinland, CP = CertiPUR, ÖT = Öeko-Tex-certificeret.

Både CertiPUR-certificeringsordningerne og TÜV Rheinland certificeringsordningen indeholder et krav til den maksimale afgasning af summen af CMR 1A og 1B klassificerede stoffer. Der er derfor med baggrund i stoffernes klassificering, dvs. både harmoniseret og notificeret klassificering (se kapitel 9 "Indledende farevurdering") kigget nærmere på hvilke stoffer som afgasser, der er klassificeret som CMR i kategori 1A og 1B. Disse stoffer er:

- Formaldehyd (kategoriseret under aldehyder i figurerne ovenfor)
- Acetaldehyd (kategoriseret under aldehyder i figurerne ovenfor)
- 1,2-dichlorethan (indgår ikke i figuren ovenfor – lille mængde og kun for et enkelt produkt)
- Dimethylformamid (kategoriseret under VOC i figurerne ovenfor)

Af disse fire CMR 1A og 1B stoffer er det kun formaldehyd og dimethylformamid, som stadig afgasser efter 3 døgn. Den samlede afgasning af CMR-kategori 1A og 1B stoffer er angivet i FIGUR 11 nedenfor. Det skal her bemærkes, at produktet N-EU 3 har en langt højere afgasning af CMR 1 stoffer end alle andre produkter, hvilket skyldes en høj afgasning af dimethylformamid efter både en time ($1500 \mu\text{g}/\text{m}^3$) og tre døgn ($390 \mu\text{g}/\text{m}^3$).



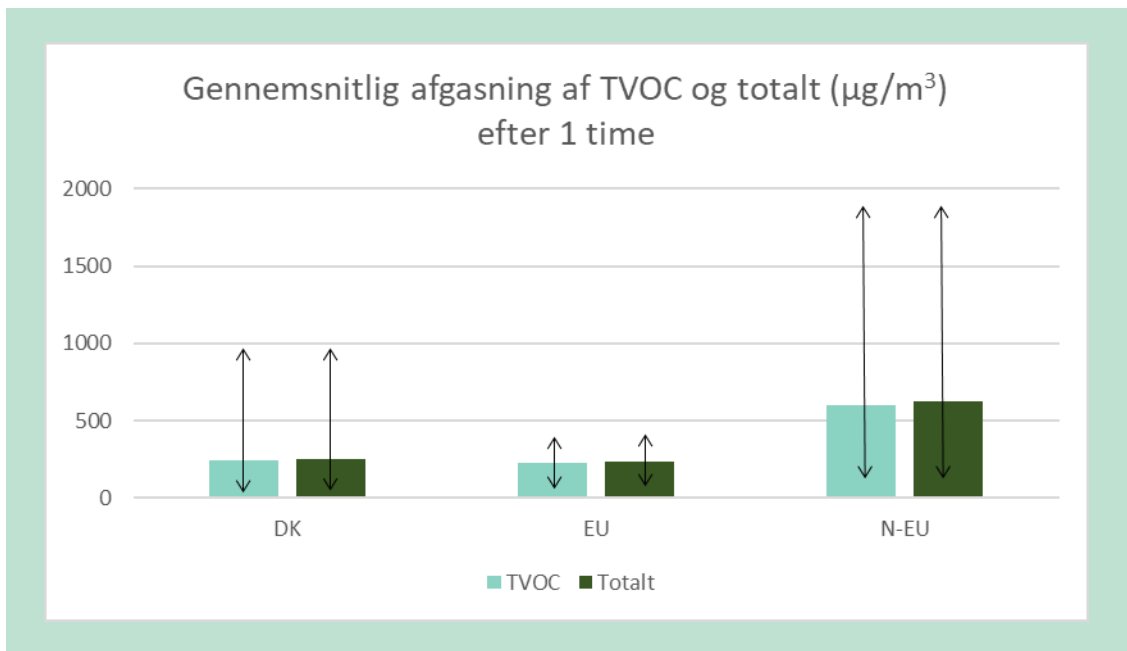
FIGUR 11. Oversigt over den samlede afgasning af CMR-kategori 1A og 1B stoffer efter henholdsvis 1 time og 3 døgn.

8.3.3 Sammenligning af afgassede stoffer fra DK-, EU- og N-EU-produkter

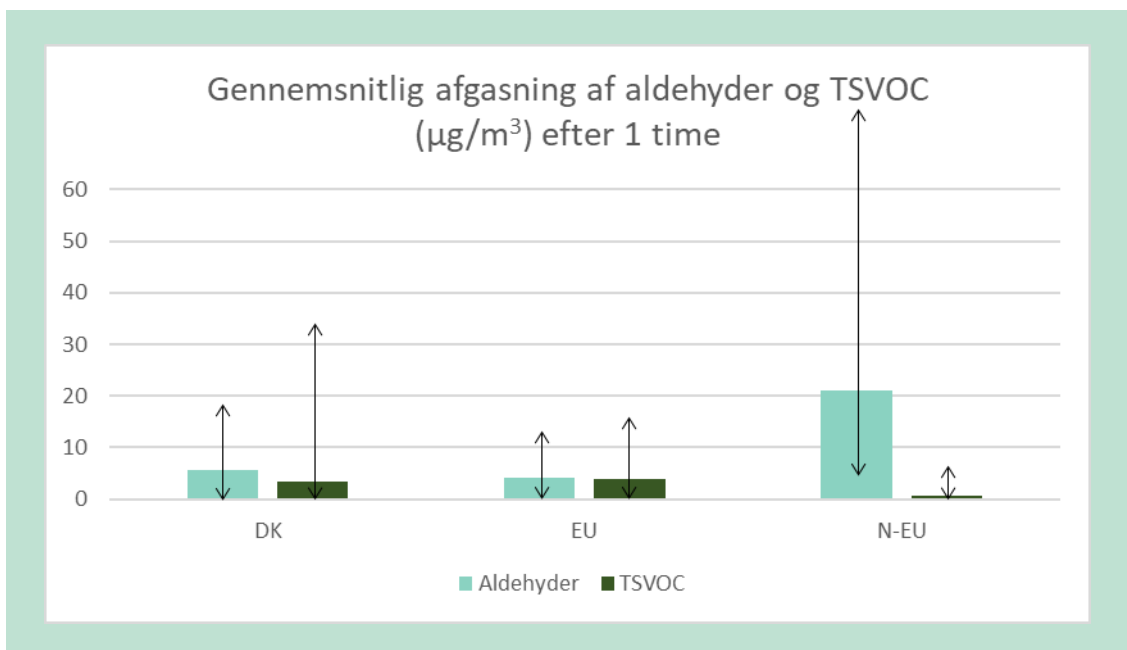
FIGUR 12 og FIGUR 13 nedenfor illustrerer forskellen i gennemsnitlig afgasning af stoffer af produkter indkøbt i henholdsvis Danmark (DK), EU - men uden for Danmark (EU), og uden for EU (N-EU) efter 1 time. I FIGUR 12 sammenlignes afgasningen af VOC, samt den totale afgasning (dvs. TVOC, TSVOC og aldehyder), og i FIGUR 13 vises den gennemsnitlige afgasning af TSVOC og aldehyder efter 1 time.

Sammenligningen skal tages med et vist forbehold, da gennemsnittet for de danske produkter er baseret på 10 produkter, men kun på fem produkter for både EU og N-EU. En enkelt fravigende værdi for EU- og N-EU-produkter får derfor større betydning for gennemsnittet her.

På figurerne er der med en sort dobbelt pil angivet variationen (spredningen) i de faktiske værdier indenfor DK- EU- og N-EU-produkter i de totale koncentrationer efter 1 time. Som det fremgår af figuren, er der en stor variation i de totale afgassede koncentrationer fra både DK-produkter og N-EU-produkter, hvorimod værdierne i de totale afgassede koncentrationer for EU-produkterne ligger forholdsvis tæt på hinanden.



FIGUR 12. Gennemsnitlig afgasning af hhv. TVOC og den totale afgasning fra produkter indkøbt i henholdsvis DK, EU eller uden for EU (N-EU).



FIGUR 13. Gennemsnitlig afgasning af hhv. aldehyder og TSVOC fra produkter indkøbt i henholdsvis DK, EU eller uden for EU (N-EU).

Det ses af figurerne, at det generelle billede er, at afgasningen af stoffer fra N-EU-produkter er højere end fra EU- og DK-produkterne (cirka dobbelt så høje). Afgasningen fra EU- og DK-produkterne ligger stort set på samme niveau. Graferne viser udelukkende den samlede afgasning og siger ikke noget om, hvilke stoffer der er tale om, eller om der er tale om sundhedsskadelige stoffer. Det ses også, at selvom den totale afgasning gennemsnitligt er højere for N-EU-produkterne, så dækker det over store variationer, men også produkter med lave værdier. Et enkelt af N-EU-produkterne (N-EU 3) har en samlet afgasning af TVOC, der er ca. 4 gange

højere end det næsthøjeste N-EU-produkt. Holdes N-EU 3 ude af gennemsnittet, ligger N-EU produkterne stadig ca. 16 % højere i samlet afgasning end DK- og EU-produkterne. Desuden har N-EU-produktet med den laveste afgasning stadig en væsentlig højere afgasning end DK- og EU-produkterne med den laveste afgasning.

8.3.4 Lugten af prøverne sammenholdt med den totale afgasning

I forbindelse med opskæringen af produkterne til de kemiske analyser blev lugten af selve PUR-skummet noteret. Det skal bemærkes, at lugten kun har været noteret i forbindelse med opskæringen af produkterne og ikke efter 3 døgn. Lugten blev noteret af de to personer, der stod for opskæringen af produkterne og ikke af personer fra f.eks. et trænet lugtpanel.

Der var generel stor forskel på, hvor meget PUR-skummet lugtede. Beskrivelsen af lugten er angivet i TABEL 14 nedenfor. Der kan være stor forskel på, hvilke organiske stoffer der lugter, og hvor meget de lugter. Nogle stoffer har f.eks. en meget lav lugttærskel, hvorimod andre stoffer stort set ikke lugter, selv i høje koncentrationer. Hvilke af de identificerede stoffer, der er særligt lugtende, er ikke undersøgt nærmere. På trods af dette forhold ses det, at der generelt er en god overensstemmelse mellem beskrivelsen af lugten, og hvor stor en samlet koncentration af organiske stoffer der afgasser fra PUR-skumprøverne.

TABEL 14. Lugt fra prøverne sammenlignet med den totale afgassede koncentration af stoffer fra PUR-skumprøverne efter 1 time

Produkt	Afgassede aldehyder (µg/m ³)	Afgassede TSVOC (µg/m ³)	Afgassede TVOC (µg/m ³)	Total konc. afgasset (µg/m ³)	Beskrivelse af lugten af prøverne
DK 1 (TUV)	9,5	32	270	312	Svag sød kemisk lugt
DK 2 (ÖT)	7,7	0	270	278	Svag sur lugt
DK 3 (ÖT)	5,5	0	30	36	Meget svag neutral lugt
DK 4 (CP)	5,3	0	41	46	Svag sur lugt
DK 5	0	0	10	10	Kemisk lugt mild - men stærkere end svagt Sødlig lugt
DK 6	0	2,1	910	912	Lugter en del, men det er måske nok mest plasten øverst på madrassen
DK 7	4,6	0	170	175	Svag sødlig lugt
DK 8 (ÖT)	4,6	0	230	235	Lugter svagt kemisk
DK 9 (CP)	0	0	410	410	Svag kemisk lugt
DK 10	18	0	71	89	Meget svag kemisk lugt
EU 1	3,4	2,4	210	216	Meget svag kemisk lugt
EU 2	0	17	360	377	Kemisk lugt
EU 3	0	0	360	360	Svag lugt - lidt kemisk
EU 4	12	0	34	46	Svag kemisk lugt
EU 5	5,3	0	190	195	Lugter grimt, fælt, meget kemisk stærk lugt
N-EU 2	80,2	0	470	555*	Meget kemisk
N-EU 3 (CP)	4,3	0	1900	1904	Kemisk lugt
N-EU 4 (CP)	8,9	0	430	439	Svag sødlig kemisk lugt

Produkt	Afgassede aldehyder (µg/m ³)	Afgassede TSVOC (µg/m ³)	Afgassede TVOC (µg/m ³)	Total konc. afgasset (µg/m ³)	Beskrivelse af lugten af prøverne
N-EU 5	3,8	0	94	98	Let sur kemisk lugt
N-EU 6	7,7	3,3	120	131	Neutral lugt - lugter stort set ikke af noget

TÜV = TÜV Rheinland, CP = CertiPUR, ÖT = Öeko-Text-certificeret

* Her stemmer den totale afgassede koncentration ikke helt overens med summen af afgassede aldehyder, TSVOC og TVOC, hvilket skyldes en mindre mængde af stoffer fra en fjerde kategori, der ikke er angivet særskilt i denne rapport, da den kun forekom for dette produkt.

8.3.5 Sammenligning grænseværdierne i certificeringsordningerne

For at vurdere om der er tale om høje eller lave koncentrationer af stoffer, som afgasser, er udvalgte af de afgassede stoffer i TABEL 15 sammenholdt med grænseværdierne, der er i de forskellige certificeringsordninger (CertiPUR-US, CertiPUR og TÜV Rheinland), som beskrevet i kapitel 4 "Certificeringsordninger for PUR-skum".

Det skal bemærkes, at grænseværdierne for certificeringsordningerne er gældende for afgasningen efter 3 døgn, hvorfor det er disse værdier, der er sammenlignet med. Dog er visse grænseværdier for TÜV Rheinland certificeringsordningen udelukkende gældende efter 7 døgn, men disse er stadig sammenholdt med de målte værdier efter 3 døgn i dette projekt. En anden forskel ved metoderne er, at prøverne blev trykket sammen flere gange i klimakammeret inden dette blev lukket ved analyserne foretaget i dette projekt. Dette er ikke proceduren for certificeringsordningerne.

Herudover anvendes der i certificeringsordningerne en angivelse af den totale koncentration VOC afgasset (TVOC) i toluen-ækvivalenter og ikke som den specifikke koncentration af de enkelte stoffer, som ellers er angivet i denne rapport. Derfor er de afgassede værdier for TVOC også angivet i toluen-ækvivalenter i TABEL 15 nedenfor.

TABEL 15. Sammenligning med højeste målte afgassede værdier fra PUR-skum produkter i dette projekt sammenlignet med grænseværdier i certificeringsordninger. Værdierne er de afgassede værdier efter 3 døgn. Værdierne angivet med fed er i toluen-ækvivalenter.

Stofnavn	CAS nr.	Målte værdier (i antal prod.) (µg/m ³)	Grænseværdi CertiPUR-US (µg/m ³)	Grænseværdi CertiPUR (µg/m ³)	Grænseværdi TÜV Rheinland (µg/m ³)
Formaldehyd	50-00-0	3,3 - 8,4 (9)	100	10	10
Toluen	108-88-3	11 (1)	500	100	3,5*
Styren	100-42-5	0 (0)	300	5	6,5**
Tetramethylbutanedinitrile	3333-52-6	8,4 - 15 (3)	-	-	2,5**
TVOC	-	2 - 410 (19) Toluen-ækviv. < 2 - 270	500	500	15**

Stofnavn	CAS nr.	Målte værdier (i antal prod.) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Grænseværdi CertiPUR-US ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Grænseværdi CertiPUR ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Grænseværdi TÜV Rheinland ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Sum CMR 1A og 1B	-	7,5 – 27 – 390*** Toluen-ækviv. 7,5 – 13 - 100 (11)	Forbudt	40	Carc. 1B: 1,5 Repr. 1B: 2,5

* Gælder som en sum af alle CMR-stoffer kategori 2

** Kravet gælder ved 7 døgn og ikke efter 3 døgn

*** Angivelsen 7,5 – 27 – 390 skal her forstås, som at for de 10 produkter ligger samlet koncentration af CMR 1A/1B stoffer mellem 7,5 og 27 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, men et enkelt produkt (N-EU 3) har en værdi på 390 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Af TABEL 15 fremgår det, at alle 20 produkter overholder kravet til de to CertiPUR-ordninger omkring afgangning af den totale koncentration af VOC (TVOC). Kravet er her 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (eller 0,5 mg/m^3), og alle 20 produkter ligger under denne værdi efter 3 døgn (ligger mellem 2 og 410 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Kravet i TÜV Rheinland til TVOC ligger helt nede på 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, men dette krav er til gengæld først gældende efter 7 døgn. Da vi ikke i dette projekt har foretaget målinger ved 7 døgn, er det ikke muligt at udtale sig, om dette krav er overholdt eller ej. På tilsvarende vis har TÜV Rheinland et krav til tetramethylbutandinitril, som det ikke er muligt at vurdere, om det er overholdt, da kravet her også udelukkende er gældende efter 7 døgn. Der er her tale om tre N-EU-produkter, der afgasser tetramethylbutandinitril (N-EU 3, N-EU 4 og N-EU 5).

For styren og toluen, som der specifikt er sat grænseværdier for i alle certificeringsordninger, ses det, at CertiPUR-ordningernes krav er overholdt for alle 20 produkter, men for TÜV Rheinland, der har et skarpere krav til både toluen og styren, er kravet til toluen ikke overholdt for det ene produkt (DK 9), hvor toluen afgasser fra efter 3 døgn i en koncentration, der ligger tre gange over grænseværdien.

For afgangningen af formaldehyd gælder, at alle 20 produkter overholder de opstillede grænseværdier til afgangning af formaldehyd efter 3 døgn.

Certificeringsordningerne stiller forskellige krav til summen af CMR-stoffer klassificeret som 1A og 1B. Samlet set for de 20 analyserede produkter efter 1 time er der identificeret afgangning af i alt tre forskellige Carc. 1B stoffer (bl.a. formaldehyd), et Repr. 1B stof, men ingen Mut. 1A/1B stoffer. Det generelle billede er, at der er afgangning af CMR 1A/1B stoffer fra stort set alle produkter (16 ud af 20), men dette skyldes, at formaldehyd (Carc. 1B) afgasser i små mængder fra 14 af de 20 produkter efter 1 time. For et enkelt produkt (N-EU 3) var afgangningen af dimethylformamid (Repr. 1B) særlig høj (1500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Ellers lå koncentrationerne typisk under 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ for de andre CMR 1A/1B stoffer. Fælles for alle produkter er dog, at koncentrationen af disse CMR 1A/1B stoffer er faldet væsentligt efter 3 døgn, som er det tidspunkt, hvor certificeringsordningerne opstiller grænseværdier for CMR 1A/1B stoffer. Det er udelukkende formaldehyd (Carc. 1B) og dimethylformamid (Repr. 1B), der også afgasser efter 3 døgn. Formaldehyd fra ni produkter i en maksimal koncentration på 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ og dimethylformamid fra tre produkter i en maksimal koncentration på 390 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Igen er det her N-EU3, der ligger væsentlig højere i niveau for afgangning end de andre produkter (< 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Dette betyder, at 19 ud af 20 produkter overholder CertiPUR-kravet til CMR 1A/1B stoffer efter 3 døgn. N-EU 3 har en samlet afgangning, der ligger langt over grænseværdien – også selvom der anvendes afgangningen målt i toluenækvivalenter (100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Om denne overskridelse alene skyldes forskelle i analysemetoderne for certificeringsordningerne og den anvendte analysemetode i dette projekt eller om der er tale om en langt større afgangning end grænseværdien vides ikke. I CertiPUR-US-ordningen er der ikke angivet en specifik grænseværdi for CMR 1A/1B stoffer, men angivet, at disse er forbudte. TÜV Rheinland opererer med langt lavere grænseværdier for CMR 1A/1B stoffer, hvorfor 9 af 20 produkter ville kunne leve op til kravet.

Overordnet set vil alle de 20 analyserede produkter således kunne overholde kravene til begge CertiPUR-ordningerne, hvad angår krav til TVOC og specifikke stoffer. Et produkt vil ikke kunne overholde kravet i CertiPUR-ordningen for CMR 1A/1B stoffer. For TÜV-Rheinland gælder, at 11 af de 20 ikke ville kunne overholde de opstillede krav, men det er uvist, om flere af produkterne vil falde for kravene i TÜV-Rheinland, idet der ikke er foretaget målinger efter syv døgn i dette projekt.

8.4 Sammenfatning af analyseresultaterne

Der er gennemført 20 afgangsforsøg for 20 produkter af PUR-skum, hvoraf de 10 produkter er indkøbt i Danmark (DK), fem produkter i EU men uden for Danmark (EU) og fem produkter uden for EU (N-EU). Resultaterne viser, at der er store forskelle i afgangningen af stoffer fra produkterne. Største totale afgangning af stoffer målt efter 1 time af udpakning af prøven var på $1905 \mu\text{g}/\text{m}^3$, og laveste afgangning efter 1 time var på $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Det generelle billede er, at koncentrationen af afgassede stoffer falder fra 1 time til målepunktet ved 3 døgn efter udpakningen af prøven. Gennemsnitligt falder den totale koncentration af de afgassede stoffer med 58 % fra 1 time til 3 døgn. Dette tal dækker dog over store variationer, idet der for et enkelt produkt ses en højere total koncentration af afgassede stoffer efter 3 døgn, hvorimod der for et andet produkt sker et fald på 99 % i afgangningen af stoffer efter 3 døgn sammenlignet med niveauet efter 1 time. Den totale afgangning af kemiske stoffer efter 3 døgn ligger mellem 3 og $410 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Der er tale om en undersøgelse af forholdsvis få produkter (10 DK-, 5 EU- og 5 N-EU-produkter), men gennemsnitligt betraget er afgangningen fra N-EU-produkterne højere end for henholdsvis DK og EU-produkterne, som ligger på nogenlunde samme niveau med hensyn til den totale afgangning af stoffer. Der er imidlertid et enkelt N-EU-produkt med en meget høj afgangning, der trækker gennemsnittet op for de fem N-EU-produkter.

Niveauet af afgangning fra de undersøgte produkter er sammenholdt med kravene i certificeringsordningerne for CertiPUR, og viser, at ingen af de 20 undersøgte produkter vil have problemer med at leve op til kravene i CertiPUR-ordningerne til TVOC og specifikt angivne stoffer. Dette skyldes, at grænseværdierne for afgangning af både specifikke stoffer og den totale koncentration VOC (TVOC) ligger langt under grænseværdierne for disse i CertiPUR-ordningerne. Når der sammenlignes med kravet til CMR 1A/1B stoffer, vil 19 af 20 produkter kunne overholde kravene sat i CertiPUR-ordningen (dog ikke CertiPUR-US ordningen, der ikke er helt entydig i deres krav her).

De totale koncentrationer af afgassede stoffer efter 1 time er sammenlignet med den lugt, der blev noteret for produkterne i forbindelse med opskæringen af produkterne. Overordnet set er der en rimelig god overensstemmelse mellem beskrivelsen af lugten og den totale afgassede koncentration.

9. Indledende farevurdering

For at fokusere på de mest bekymrende stoffer i eksponerings- og risikovurderingen for projektet er der foretaget en indledende farevurdering af de stoffer, som er identificeret som afgasset fra PUR-skum.

9.1 Fremgangsmåde for farevurderingen

Denne farevurdering på screeningsniveau har udelukkende taget udgangspunkt i følgende:

- Stoffernes klassificering: Som udgangspunkt er den harmoniserede klassificering listet, men hvis denne ikke eksisterer, er der angivet de vigtigste klassificeringer baseret på de notificerede klassificeringer fra ECHA's C&L Inventory²⁶. Med de vigtigste klassificeringer menes følgende klassificeringer:
 - CMR
 - STOT RE
 - STOT SE
 - Acute Tox
 - Skin Sens.
 - Resp. Sens.
- DNEL²⁷-værdier for indånding for forbrugere, som angivet i ECHA's database over registrerede stoffer: Værdien er kun angivet, hvis denne findes, og hvis stoffet er registreret.
- De målte koncentrationer, som afgasser fra produkterne: Den højeste afgassede koncentration er angivet, samt hvor mange af de 20 produkter, som stoffet afgasser fra.

Det skal bemærkes, at ved angivelse af klassificeringen for stoffer uden en harmoniseret klassificering er der udelukkende angivet de ovennævnte typer af klassificeringer. Dvs. klassificeringer for hud- og øjenirritation eller -ætsning, samt klassificeringer for miljøfare og fysiske farer ikke er angivet.

Resultatet af den indledende farevurdering på screeningsniveau er angivet i tabeller i Bilag 3.

9.2 Udvælgelse af stoffer til risikovurderingen

I Bilag 3 er der i kolonnen "Prioritering" primært angivet, hvis stofferne er udvalgt som fokusstoffer i den efterfølgende eksponerings- og risikovurdering. I udvælgelsen af stofferne er der lagt vægt på følgende:

- Stofferne har bekymrende sundhedsmæssige egenskaber, især i forhold til indånding, dvs. der især er lagt vægt på følgende klassificeringer:
 - CMR-effekter
 - Acute Tox 1, 2 og 3 med hhv. H330, H331 og H332, som svarer til "Livsfarlig/giftig/farlig ved indånding"
 - STOT SE 1 og 2 med hhv. H370 og H371 "Forårsager/kan forårsage organskader"
 - STOT SE 3 H335 "Kan forårsage irritation af luftveje"
 - STOT SE 3 H336 "Kan forårsage sløvhed eller svimmelhed"
 - STOT RE 1 og 2 med hhv. H372 og H373 "Forårsager/kan forårsage organskader ved længerevarende eller gentagen eksponering"

²⁶ <https://echa.europa.eu/web/guest/information-on-chemicals/cl-inventory-database>

²⁷ DNEL = Derived No Effect Level, dvs. den eksponering, der ikke anses for at udgøre en sundhedsmæssig effekt.

- Stofferne afgasser i høje koncentrationer eller afgasser fra flere af de 20 analyserede produkter
- Stofferne er registrerede således, at der eksisterer data på sundhedsmæssige effekter, som kan anvendes i eksponerings- og risikoberegningerne

Følgende otte stoffer er udvalgt, og disse er der fokuseret på i den efterfølgende eksponerings- og risikovurdering. De otte stoffer er angivet i TABEL 16 nedenfor. I kolonnen "klassificering" er der angivet den harmoniserede klassificering, hvis denne findes. Denne er i så fald angivet med fed skrift. Hvis ikke der eksisterer en harmoniseret klassificering, er der i stedet angivet de notificerede klassificeringer, hvor antallet af virksomheder, der har notificeret den enkelte klassificering er angivet i parentes. For de notificerede klassificeringer er der fokuseret på ovennævnte listede klassificeringer.

TABEL 16. Afgassede stoffer udvalgt til efterfølgende eksponerings- og risikovurdering. For flere detaljer se Bilag 3.

Stofnavn	CAS nr.	Højeste koncentration efter 1 time / 3 døgn (µg/m ³)	Afgasser fra - efter 1 time / 3 døgn (antal prod.)	Klassificering (Harmoniseret (fed) eller notificeret klassificering med antal notificeringer i parentes)	Årsag til prioritering
Dimethylformamide *	68-12-2	1500 / 390	6 / 3	Acute Tox. 4 H312 Eye Irrit. 2 H319 Acute Tox. 4 H332 Repr. 1B H360D	Høj koncentration og akut tox ved indånding. Afgasser stadig efter 3 døgn. Er på REACH Kandidatlisten pga. Repr. 1B.
Decamethylcyclopentasiloxane * (D5)	541-02-6	190 / 4,1	16 / 3	Ikke klassificeret (2828) Acute Tox. 3 H331 (18) STOT SE 3 H335 (2)	Høj koncentration og afgasser fra mange produkter. Afgasser også efter 3 døgn. Klassificering dog usikker.
Octamethylcyclotrisiloxane (D4)	556-67-2	150 / -	6 / -	Aquatic Chronic 4 H413 Repr. 2 H361f	Høj koncentration og reproduktionstoksisk. Afgasser dog ikke efter 3 døgn.
2-Ethyl-1-hexanol	104-76-7	94 / 60	8 / 8	Acute Tox. 4 H332 (1839) STOT SE 3 H335 (1795) Acute Tox. 4 H312 (66) Skin Sens. 1 H317 (10)	Høj koncentration og i mange produkter. Afgasser stadig efter 3 døgn.
Dodecamethylcyclohexasiloxane * (D6)	540-97-6	87 / 11	48 / 10	Ikke klassificeret (242)	Ja, i mange produkter. Afgasser også efter 3 døgn.
Toluen	108-88-3	44 / 11	16 / 1	Flam. Liq. 2 H225 Skin Irrit. 2 H315 Asp. Tox. 1 H304 STOT SE 3 H336 STOT RE 2 H373 Repr. 2 H361d	Høj koncentration i mange produkter. Reproduktionstoksisk. Afgasser også efter 3 døgn, selvom i få produkter.
α-Pinene *	80-56-8	40 / 5,6	20 / 1	Acute Tox. 4 H302 (86) Asp. Tox. 1 H304 (1064) Skin Sens. 1 H317 (899)	Afgasser fra mange produkter. Aftager

Stofnavn	CAS nr.	Højeste koncentration efter 1 time / 3 døgn (µg/m ³)	Afgasser fra - efter 1 time / 3 døgn (antal prod.)	Klassificering (Harmoniseret (fed) eller notificeret klassificering med antal notificeringer i parentes)	Årsag til prioritering
					dog efter 3 døgn. Lav DNEL.
Formaldehyd	50-00-0	18 / 8,4	14 / 9	Acute Tox. 3 H301 Acute Tox. 3 H311 Skin Corr. 1B H314 Skin Sens. 1 H317 Acute Tox. 3 H331 Muta. 2 H341 Carc. 1B H350	Afgasser fra mange produkter. Giftig ved indånding, kræftfremkaldende. Afgasser også efter 3 døgn.
Phenol *	108-95-2	12 / 13	6 / 7	Acute Tox. 3 H301 Acute Tox. 3 H311 Skin Corr. 1B H314 Acute Tox. 3 H331 Muta. 2 H341 STOT RE 2 H373	Giftig ved indånding, afgasser fra en del produkter også efter 3 døgn.

* betyder, at værdierne kan være overestimeret pga. bidrag fra systemet

10. Kontrolanalyser/indholdsanalyser

Formålet med dette projekt har, ud over at undersøge afgangningen fra forskellige typer af PUR-skumprodukter, også været at få undersøgt, hvorvidt der findes overtrædelser af visse grænseværdier for indhold af kemiske stoffer fastsat i lovgivningen. Det blev derfor i samarbejde med Miljøstyrelsen besluttet, at der skulle foretages følgende indholdsanalyser på PUR-skumprodukterne, hvoraf de førstnævnte indholdsanalyser er gennemført som kontrolanalyser, dvs. som kontrol af om produkterne overholder den gældende lovgivning på området:

- Kvantitative indholdsanalyser som kontrol for indhold af ftalater
- Kvantitative indholdsanalyser som kontrol for indhold af bromerede flammehæmmere
- Kvantitative indholdsanalyser for undersøgelse af indhold af chlor/fosforbaserede flammehæmmere

De 20 undersøgte PUR-skumprodukter i dette projekt indeholder som minimum tre forskellige lag: et skumlag i midten, som er overtrukket med et yderlag (oftest af tekstil). Yderlaget kan være det samme hele vejen rundt om produktet, men der kan være forskel på yderlaget på for- og bagside. Nogle produkter indeholder imidlertid mange flere lag, f.eks. to til tre forskellige yderlag og to forskellige skumlag (se eksempelvis FIGUR 6). Hvis det skal sikres, at lovgivningen er overholdt, skal kontrolanalyserne som udgangspunkt være foretaget på hver enkelt homogene enkelt-del, dvs. på hvert enkelt lag. For at målrette analyserne har både kontrolanalyser og indholdsanalyser foretaget på produkterne i dette projekt udelukkende været udført på de lag i produkterne, hvor vi bl.a. ud fra litteraturen og tidligere undersøgelser har vurderet, at der vil være størst sandsynlighed for at identificere de pågældende stoffer. Denne vurdering blev desuden foretaget i samarbejde med Miljøstyrelsens eksperter på området. Dette resulterede i, at følgende kontrolanalyser og indholdsanalyser blev foretaget på følgende dele af PUR-skumprodukterne:

- Alle kontrolanalyser for indhold af ftalater samt indholdsanalyser for chlor/fosforbaserede flammehæmmere blev udelukkende udført på selve skummet (PUR-skummet). For de produkter, som bestod af flere lag skum, blev der kun foretaget indholdsanalyse på det skumlag, der var blødest (dvs. forventes at indeholde memory foam) eller alternativt på det tykkeste lag skum.
- Alle kontrolanalyser for indhold af bromerede flammehæmmere blev udført på det yderste tekstillag, også selvom der var tale om flere yderlag af tekstil ud over PUR-skummet.

10.1 Kontrolanalyser/indholdsanalyser for indhold af ftalater i småbørnsartikler

Der er udført kontrolanalyser på de 10 danske produkter for at undersøge, om de overholder lovgivningens krav til indhold af ftalater. Som beskrevet ovenfor er alle indholdsanalyserne for ftalater udelukkende udført på skummet. Der er desuden udført tilsvarende analyser for indhold af ftalater i skummet på de 10 udenlandske produkter for at se, om der skulle være forskel på produkter købt i Danmark og uden for Danmark.

10.1.1 Analysemetode

Analyse af ftalater er udført i henhold til CPSC-CH-C1001-09.3 og DS/EN 14372. Prøven blev ekstraheret med dichlormethan, og ekstraktet blev injiceret på en koblet gaschromatograf og

massespektrometer (GC/MS). Den kvantitative analyse af komponenterne blev foretaget med en intern standard og ud fra eksterne kalibreringsstandarder. Detektionsgrænsen for de fleste ftalater er 5 mg/kg, men kan være op til 50 mg/kg afhængig af den enkelte ftalat. Metoden er akkrediteret med en relativ standardafvigelse (RSD) på 15 %, dvs. den samlede analyseusikkerhed (den ekspanderede usikkerhed) er 30 % for de fleste ftalater, der gennemføres ved den akkrediterede metode. Analyseusikkerheden er højere for enkelte andre ftalater og kan være op til 60 %.

Indholdsanalysen for ftalaterne DEP, DIBP, DBP, BBP, DEHP, DnOP og DINP er udført ved en akkrediteret analyse, hvorimod bestemmelse af ftalaterne DIDP, DMEP, PiPP, DnPP, DCP, DHNUP, DnHP, DIHpP, DIPP og øvrige ftalater ikke er akkrediteret.

Detektionsgrænser og usikkerheder for de enkelte ftalater er angivet i TABEL 17 nedenfor. Indholdsanalyserne for ftalater er udført som ægte dobbeltbestemmelse.

TABEL 17. Detektionsgrænser og analyseusikkerheder for indholdsanalyser af ftalater

Ftalat	Evt. CAS nr.	Detektionsgrænse	Analyseusikkerhed
Benzylbutyl phthalate (BBP)	85-68-7	< 5 mg/kg	30 %
Di(2-methoxyethyl) phthalate (DMEP) *	117-82-8	< 10 mg/kg	30 %
Di(ethylhexyl) phthalate (DEHP)	117-81-7	< 5 mg/kg	30 %
Dibutyl phthalate (DBP)	84-74-2	< 5 mg/kg	30 %
Dicyclohexyl phthalate (DCP) *	84-61-7	< 5 mg/kg	30 %
Diethyl phthalate (DEP)	84-66-2	< 5 mg/kg	30 %
Diheptylnonylundecyl phthalate (DHNUP) *	68515-42-4	< 50 mg/kg	60 %
Diisobutyl phthalate (DIBP)	84-69-5	< 5 mg/kg	30 %
Diisodecyl phthalate (DIDP) *	68515-49-1	< 30 mg/kg	60 %
Diisoheptyl phthalate (DIHpP) *	41451-28-9	< 25 mg/kg	30 %
Diisononyl phthalate (DINP)	68515-48-0	< 30 mg/kg	60 %
Diisopentyl phthalate (DIPP) *	605-50-5	< 5 mg/kg	30 %
Di-n-hexyl phthalate (DnHP) *	84-75-3	< 5 mg/kg	30 %
Di-n-octyl phthalate (DNOP)	117-84-0	< 5 mg/kg	60 %
Di-n-pentyl phthalate (DNPP) *	131-18-0	< 5 mg/kg	30 %
n-Pentylisopentyl phthalate (PiPP) *	776297-69-9	< 5 mg/kg	30 %
Extractable Content other phthalates *	-	< 50 mg/kg	60 %

* Ftalater, der ikke er analyseret ved akkrediteret metode

10.1.2 Analyseresultater

Analyseresultaterne af de 20 produkter, hvor der er udført indholdsanalyser for ftalater i skummet, viser, at der kun er identificeret små mængder af få ftalater i 6 af de 20 produkter. For de resterende 14 produkter er der ikke identificeret ftalater i mængder over de ovenfor angivne detektionsgrænser. Resultaterne viser, at der er identificeret ftalaterne DEHP, DIDIP, DBP og/eller DIBP i de seks produkter. For alle produkter gælder dog, at der er tale om små niveauer, som sandsynligvis skyldes urenheder fra andre tilsatte komponenter.

TABEL 18. Analyseresultater for kvantitative indholdsanalyser af ftalater udført ved ægte dobbeltbestemmelse. Der er kun angivet resultater for de produkter, hvor der er identificeret et indhold over detektionsgrænsen.

Ftalat	DK 4 (mg/kg)	DK 5 (mg/kg)	N-EU 2 (mg/kg)	N-EU 3 (mg/kg)	N-EU 4 (mg/kg)	N-EU 5 (mg/kg)
Di(ethylhexyl) phthalate (DEHP)	6,2**	5,5**	5,9**	-	-	5,4**
Diisodecyl phthalate (DIDP) *	-	-	29***	-	-	-
Dibutyl phthalate (DBP)	-	-	-	59	65	-
Diisobutyl phthalate (DIBP)	-	-	-	4,7***	-	-

- betyder, at stoffet ikke er identificeret over detektionsgrænsen i produktet

* Ftalater, der ikke er analyseret ved akkrediteret metode

** Resultatet ved 1. bestemmelse var hhv. 7,3 mg/kg (DK 4), 5,9 (DK 5), 6,7 (N-EU 2) og 5,7 (N-EU 5) samt resultatet ved 2. bestemmelse var < 5 mg/kg. Resultatet er angivet som gennemsnittet mellem 5 mg/kg og værdien for 1. bestemmelse.

*** Her er det lykkedes at angive en værdi for første bestemmelse under den officielle detektionsgrænse. I begge tilfælde viser resultatet af 2. bestemmelse mindre end detektionsgrænsen. Værdien for 1. bestemmelse er angivet.

I og med, at grænseværdierne i lovgivningen ligger på hhv. 500 eller 1000 mg/kg (som en sum af alle eller visse ftalater) afhængig af, hvilken specifik lovgivning der er tale om, betyder det således, at alle de 20 undersøgte produkter overholder lovgivningen mht. indhold af ftalater. Det skal dog påpeges, at der udelukkende er analyseret for indhold af ftalater i skummet og ikke i alle individuelle lag af produkterne. Skumlaget blev imidlertid analyseret, idet det var det lag, der blev anset for mest sandsynligt, at der ville være ftalater i, hvis disse skulle forekomme i større mængder.

10.2 Kontrolanalyser for indhold af bromerede flammehæmmere

Der er udført kontrolanalyser på de 10 danske produkter for at undersøge, om de overholder lovgivningens krav til indhold af bromerede flammehæmmere. Som beskrevet ovenfor er alle indholdsanalyserne for bromerede flammehæmmere udelukkende udført på det yderste lag af produktet. Dette lag består i de fleste tilfælde af tekstil, men er af plast for DK 6 (tumlemadrassen).

10.2.1 Analysemetode

Prøven blev klippet ud til 5 mm x 5 mm x 5 mm og ekstraheret til analyse af flammehæmmere efter SOP QMA504-333. Ekstraktet blev injiceret på en gaschromatograf koblet til et massepektrometer (GC-MS). Den kvantitative analyse af komponenterne blev foretaget ud fra eksterne kalibreringsstandarder.

Detektionsgrænser og usikkerheder for de enkelte bromerede flammehæmmere er komponentafhængig og varierer fra ca. 50 til 2400 µg/kg. Analyseusikkerheden er estimeret til ca. 30-40 %.

Detektionsgrænser og usikkerheder for de enkelte bromerede flammehæmmere er angivet i TABEL 19 nedenfor. Detektionsgrænsen varierer fra produkt til produkt og afhænger bl.a. af mængden, der er anvendt til analysen for de forskellige produkter. Den højeste detektionsgrænse for de 10 analyserede produkter og for de to analyser der er foretaget (ægte dobbeltbestemmelse) er angivet i TABEL 19.

TABEL 19. Detektionsgrænser og analyseusikkerheder for indholdsanalyser af bromerede flammehæmmere

Flammehæmmer	Evt. CAS nr.	Detektionsgrænse	Analyseusikkerhed
HBCDD (alpha, beta, gamma)	-	< 150 µg/kg	30-40 % (35 %, 40 %, 30 %)
PBDE'er			
Sum af TriBDE'er	-	< 50 µg/kg	30 %
Sum af TetraBDE'er	-	< 240 µg/kg	30 %
Sum af PentaBDE'er	-	< 470 µg/kg	30 %
Sum af HexaBDE'er	-	< 560 µg/kg	30 – 40 %
Sum af HeptaBDE'er	-	< 700 µg/kg	40 %
Sum af OctaBDE'er	-	< 930 µg/kg	40 %
Sum af NonaBDE'er	-	< 1900 µg/kg	60 %
DecaBDE (BDE 209)	1163-19-5	< 2400 µg/kg	60 %
Sum af alle analyserede BDE'er	-	< 7100 µg/kg	40 %

De enkelte PBDE'er, der er analyseret for, og som indgår i de individuelle summer af BDE'er, er angivet i Bilag 4.

10.2.2 Analyseresultater

Analyseresultaterne af de 10 danske produkter (DK 1 til og med DK 10), hvor der er udført indholdsanalyser af de yderste tekstilag af produkterne, viser, at ingen af de analyserede produkter har et indhold af de ovennævnte bromerede flammehæmmere over de i TABEL 19 angivne højeste detektionsgrænser. Dog er der for et enkelt produkt (DK 1) identificeret et indhold af decaBDE på 850 µg/kg ved den ene enkeltbestemmelse, men intet (< 310 µg/kg) ved den anden enkeltbestemmelse. Detektionsgrænsen varierer for decaBDE mellem 310 og 2400 µg/kg afhængig af produktet.

I og med, at grænseværdierne i lovgivning ligger på hhv. 10, 100 eller 1000 mg/kg afhængig af, hvilken type flammehæmmer der er tale om, betyder det således, at alle de 10 undersøgte danske produkter overholder lovgivningen mht. indhold af bromerede flammehæmmere (højeste detektionsgrænse er 2,4 mg/kg). Det skal dog påpeges, at der udelukkende er analyseret for indhold af bromerede flammehæmmere i det yderste lag af produkterne og ikke i alle individuelle lag af produkterne. Det yderste lag blev imidlertid analyseret, idet der oftest er identificeret bromerede flammehæmmere i det yderste tekstilag.

10.3 Indholdsanalyser for indhold af chlor/fosfor-baserede flammehæmmere

Som beskrevet ovenfor er alle 20 indholdsanalyser for chlor/fosfor-baserede og fosforbaserede flammehæmmere udelukkende udført på selve PUR-skummet.

10.3.1 Analysemetode

Skumprøven blev findelt og ekstraheret ved Soxhlet eller væske/væske-ekstraktion, hvorefter analysen af flammehæmmere blev foretaget med GC/MS. Detektionsgrænsen er komponentafhængig og varierer fra ca. 8 til 35 mg/kg. Analyseusikkerheden er estimeret til ca. 40 % i gennemsnit for de listede chlor/fosforbaserede flammehæmmere.

Detektionsgrænser og usikkerheder for de enkelte chlor/fosforbaserede flammehæmmere er angivet i TABEL 20 nedenfor. Detektionsgrænsen varierer fra produkt til produkt og afhænger

bl.a. af mængden, der er anvendt til analysen af de forskellige produkter. Den højeste detektionsgrænse for de 20 produkter er angivet i TABEL 20 og repræsenterer et gennemsnit af den ægte dobbeltbestemmelse.

TABEL 20. Detektionsgrænser og analyseusikkerheder for indholdsanalyser af chlor/fosforbaserede flammehæmmere

Flammehæmmer	CAS nr.	Detektionsgrænse	Analyseusikkerhed
Tri-o-cresylphosphat (TOCP)	78-30-8	< 8,8 mg/kg	30 %
Tricresylphosphat (TCP)	1330-78-5	< 35,5 mg/kg	40 %
Tri(2-chlorisopropyl)phosphat (TCPP)	13674-84-5	< 17,7 mg/kg	30 %
Tris(1,3-dichloroisopropyl)phosphate (TDCP)	13674-87-8	< 3,5 mg/kg	30 %
Tributylphosphat (TBP)	126-73-8	< 17,7 mg/kg	30 %
Triisobutylphosphat (TiBP)	126-71-6	< 35,5 mg/kg	70 %
2-ethylhexyl diphenylphosphate (EHDP)	1241-94-7	< 17,7 mg/kg	30 %
Tris(2-chloroethyl)phosphate (TCEP)	115-96-8	< 8,9 mg/kg	30 %
Triphenylphosphat (TPhP)	115-86-6	< 8,9 mg/kg	30 %

Det skal bemærkes, at der ved analysen var problemer med identifikation af to af stofferne tris(2-butoxyethyl)phosphate (TBEP) og tris(2-ethylhexyl)phosphate (TEHP), hvor resultaterne ikke var valide. Disse stoffer er derfor ikke angivet i tabellerne.

10.3.2 Analyseresultater

Analyseresultaterne for kvantitativ bestemmelse af chlor/fosforbaserede flammehæmmere i PUR-skummet er angivet i TABEL 21 nedenfor. Der er kun angivet resultater for de produkter, hvor der er identificeret niveauer over detektionsgrænsen for de enkelte stoffer. Resultaterne er gennemsnittet af resultaterne fra den ægte dobbeltbestemmelse.

TABEL 21. Analyseresultater for kvantitative indholdsanalyser af chlor/fosforbaserede flammehæmmere udført ved ægte dobbeltbestemmelse. Der er kun angivet resultater for de produkter, hvor der er identificeret et indhold over detektionsgrænsen.

Flammehæmmer	CAS nr.	DK 4 (mg/kg)	EU 1 (mg/kg)	EU 2 (mg/kg)	N-EU 5 (mg/kg)
Tri(2-chlorisopropyl)phosphat (TCPP)	13674-84-5	21,2	-	29,2	-
Tris(1,3-dichloroisopropyl)phosphate (TDCP)	13674-87-8	-	13,4	-	-
Triphenylphosphat (TPhP)	115-86-6	-	-	-	17,8

- betyder, at flammehæmmeren ikke er identificeret over detektionsgrænsen i produktet

Af TABEL 21 fremgår det således, at af de ni chlor/fosforbaserede flammehæmmere, der er analyseret for, er der kun identificeret tre af dem, og kun i fire af de i alt 20 undersøgte produkter. Der er maksimalt én flammehæmmer, der er identificeret i et produkt, og de identificerede niveauer er generelt så små (< 0,003 %), at der er tale om urenheder og næppe niveauer, der bevidst er tilsat for at give PUR-skummet en flammehæmmende effekt.

10.4 Sammenfatning og diskussion af analyseresultater

Kontrolanalyser for indhold af ftalater i småbørnsartikler samt andre produkter af PUR-skum (i alt 20 produkter) udført i dette projekt viser, at alle produkter overholder den gældende lovgivning vedrørende ftalater. Det skal dog bemærkes, at der udelukkende er analyseret for ftalater i selve skummet. For i alt seks produkter ud af 20 blev der identificeret små mængder af en eller to ftalater, men mængderne er så små (0,007 %), at det tyder på niveauer, der skyldes urenheder og ikke en bevidst tilsætning af ftalater til PUR-skummet.

Alle certificeringsordninger for PUR-skum stiller krav til indhold af ftalater i PUR-skummet. Kravene er her et totalt indhold på 0,01 % (som en sum af visse ftalater for CertiPUR) eller 0,1 % (som en sum af visse ftalater for TÜV Rheinland). Alle 20 produkter vil således overholde kravet omkring indhold af ftalater i certificeringsordningerne.

Tilsvarende viser kontrolanalyserne for indhold af bromerede flammehæmmere i yderste tekstilag på de 10 indkøbte danske produkter, at alle produkter overholder gældende lovgivning. Der er ikke identificeret indhold af hverken HBCDD eller PBDE'er i niveauer over detektionsgrænsen.

For at øge viden om indholdet af chlor/fosforbaserede flammehæmmere i PUR-skum blev der gennemført indholdsanalyser på alle 20 indkøbte produkter. Resultatet var, at i alt tre forskellige chlor/fosforbaserede flammehæmmere (TCPP, TDCP og TPhP) blev identificeret i fire forskellige produkter – dog kun én af flammehæmmerne i hvert produkt. Der er generelt tale om så små mængder (< 0,003 %), at der formentlig er tale om urenheder og næppe niveauer, der bevidst er tilsat for at give PUR-skummet en flammehæmmende effekt.

Alle certificeringsordninger for PUR-skum stiller krav til enkelte chlor/fosforbaserede flammehæmmere (TCEP, TCCP og TCPP). Af disse er det kun TDCP, der er identificeret i et enkelt produkt (EU 1), men i et niveau der ligger under den fastsatte grænseværdi i TÜV Rheinland-ordningen (< 0,005 %). CertiPUR-ordningerne angiver blot, at TDCP ikke må anvendes. Der er ikke angivet en specifik grænseværdi for flammehæmmeren.

11. Eksponeringsscenarier

I dette projekt er der valgt et fokus på stoffer, der afgasser fra PUR-skumprodukter, og der er udelukkende opsat eksponeringsscenarier for eksponeringen via indånding. Derved ses der bort fra en eventuel dermal eksponering af afgassede stoffer med egenskaber, der muliggør diffusion gennem huden. Desuden er der ingen af produkterne, hvor forbrugerne er i direkte hudkontakt med selve PUR-skummet (der er altid et lag tekstil eller andet omkring). Derfor fokuseres udelukkende på indånding som eksponeringsvej.

11.1 Relevante aldersgrupper og eksponeringsscenarier

De aldersgrupper, der er anvendt som udgangspunkt for eksponeringsscenarioerne i dette projekt, er valgt ud fra de produkter, som er indkøbt i dette projekt, og er:

- Babyer (0 år) – som worst-case vælges værdier for en nyfødt, da nogle af de indkøbte produkter er henvendt direkte til nyfødte
- Tumblebørn, dvs. børn i alderen 4-6 år
- Større børn og unge, dvs. teenagere (13-14 år)
- Voksne

I TABEL 22 nedenfor er listet en oversigt over de typer af produkter, der er indkøbt og analyseret for afgasning i dette projekt, samt hvilke af ovenstående aldersgruppe de henvender sig til. En farvet celle angiver, at produktet anvendes/henvender sig til den pågældende aldersgruppe. En hvid celle angiver, at produktet ikke anvendes/henvender sig til den pågældende aldersgruppe. Fælles for de udvalgte produkter til analyse er, at de næsten alle bruges i forbindelse med søvn. Det eneste produkt, der ikke anvendes i forbindelse med søvn, er den valgte tumlemadras.

TABEL 22. Oversigt over, hvilke produkter der henvender sig til hvilke aldersgrupper (farvede celler indikerer, at produktet henvender sig til/anvendes af denne aldersgruppe)

Produkt/aldersgr.	Babyer (0 år)	Tumblebørn (4-6 år)	Teenagere (13-14 år)	Voksne
Babyhovedpude				
Babymadras				
Sengerand				
Støttemadras til baby				
Foldemadras				
Tumlemadras				
Hovedpude til børn				
Hovedpude til voksne				
Voksenmadras				

Den relevante eksponeringsvej og den eksponeringsvej, der er i fokus i dette projekt, er indånding. Det er derfor muligt, at flere af de undersøgte produkter kan afgasse i et værelse på samme tid. Nedenstående eksponeringsscenarioer i TABEL 23 er derfor udvalgt som realistiske worst-case scenarier. De opstillede scenarier repræsenterer aktiviteter over døgnet, dvs. indånding af afgassede stoffer fra PUR-skumprodukterne i forbindelse med søvn og indånding af afgassede stoffer fra PUR-skumprodukterne i forbindelse med leg eller ophold i teenageværelse. Baggrunden for udvælgelsen af nedenstående scenarier er:

- at en nyfødt baby sover i soveværelset med forældrene hele natten og ligger på en tumlemadras i stuen noget af sin vågentid
- at et barn på 4-6 år sover i soveværelset med forældrene hele natten og leger på en tumlemadras i løbet af dagen
- at teenagere opholder sig i deres værelse, som de også sover i, en stor del af dagen (især i weekenden), og at de kan være udsat for ekstra produkter, hvis en ven/veninde overnatter
- at voksne sover med deres nyfødte baby i soveværelset hele natten og opholder sig i et rum med en tumlemadras i løbet af dagen

TABEL 23. Beskrivelse af realistiske worst-case scenarier

Parameter	Babyer (0 år)	Tumblebørn (4-6 år)	Større børn og unge (13-14 år)	Voksne
Relevant rum under søvn	Lille soveværelse (hos forældre)	Lille soveværelse (hos forældre)	Lille teenageværelse	Lille soveværelse
Produkter i brug under søvn	2 voksenmadrasser 1 baby madras 2 voksenhovedpuder 1 babyhovedpude eller støttemadras 1 sengerand	2 voksenmadrasser 1 børnehovedpude 2 voksenhovedpuder	1 voksenmadras 1 foldemadras 1 tumlemadras 2 voksenhovedpuder	2 voksenmadrasser 1 baby madras 2 voksenhovedpuder 1 babyhovedpude eller støttemadras 1 sengerand
Relevant rum for vågen tid	Stue	Lille børneværelse Evt. større respirationsvolumen under leg	Lille teenageværelse Lang opholdstid i værelse når vågen	Stue
Produkter i brug i vågen tid	1 tumlemadras	1 voksenmadras 1 børnehovedpude 1 tumlemadras	1 voksenmadras 1 foldemadras 1 tumlemadras 2 voksenhovedpuder	1 tumlemadras

Ovenstående realistiske worst-case scenarier dækker scenarier, hvor afgangningen fra hvert enkelt produkt af PUR-skum fordeler sig i hele rummet, personer sover og opholder sig i. I denne situation bliver afgangningen fra produkterne fortyndet op i et større rum. For en person, der ligger direkte på en madras eller hovedpude, vil der imidlertid som worst-case være tale om større koncentrationer, da afgangningen fra disse produkter sker direkte i indåndingszonen. Eksponeringen for babyer vil her være højere, da de sover længere end voksne, og derved er eksponeret i længere tid. Det er derfor relevant at vurdere et scenarie med afgangningen i indåndingszonen også.

11.2 Valgte data til eksponeringsscenarierne

De anvendte værdier, som er relevante for eksponeringsscenarierne i dette projekt, er angivet i TABEL 24 nedenfor. Valget af værdier er begrundet nærmere i teksten nedenfor (efter tabellen). I TABEL 24 er først angivet de relevante værdier både for søvn og for vågen tid (ophold på teenageværelse, leg for små børn osv.).

Der er som udgangspunkt anvendt værdier, som er anvendt i RIVM (2014), da denne hollandske rapport angiver de nyeste data i forhold til andre kilder. I enkelte tilfælde er anvendt værdier anbefalet til brug for eksponeringsscenarier ifølge REACH (ECHA, 2016).

Da alle DNEL-værdier (dvs. den eksponering, der ikke anses for at udgøre en sundhedsmæssig effekt) for stofferne, der vurderes (se kapitel 13 "Farevurdering"), er udtrykt i som en koncentration i $\mu\text{g}/\text{m}^3$, er det ikke nødvendigt at inddrage parametre som kropsvægt eller indåndingsvolumen. Der beskrives derfor kun de relevante parametre for eksponeringsberegningerne.

TABEL 24. Værdier anvendt til eksponeringsscenerier i dette projekt

Parameter	Værdier anvendt i dette projekt	Kilde
Eksponeringstid (søvn)	18 timer (babyer) 12 timer (4-6 år) 10 timer (13-14 år) 9 timer (voksne)	Sundhedsstyrelsen (2011) Sundhedsstyrelsen (2011) Sundhedsstyrelsen (2011) VFF (2015)
Eksponeringstid (vågen tid)	3 timer (babyer) 2 timer (4-6 år) 8 timer (13-14 år) 2 timer (voksne)	Gæt på realistisk worst-case
Rumfang af rum	21 m^3 (soveværelse og børneværelse) 58 m^3 (stue)	RIVM (2014) RIVM (2014)
Luftskifte	0,5 gang / time	RIVM (2014)

11.2.1 Eksponeringstid (søvn)

Eksponeringstiden for stort set alle de indkøbte og analyserede produkter vil være den samme, idet der primært er tale om produkter, som anvendes i forbindelse med søvn. Eksponeringstiden er dog forskellig afhængig af, hvor meget de forskellige aldersgrupper sover hver nat.

Som kilde til søvn anvendes Sundhedsstyrelsens vejledning om forebyggende sundhedsydelser til børn og unge (Sundhedsstyrelsen, 2011). Ifølge denne vejledning sover nyfødte børn på 1-4 uger mellem 15 og 18 timer i døgnet. Som worst-case antages det, at det nyfødte barn sover alle døgnets timer i forældrenes soveværelse med de i TABEL 23 nævnte PUR-skumprodukter. For **babyer** (0 år) vælges således en eksponeringstid på **18 timer**.

For **tumblebørn** (4-6 år) angiver Sundhedsstyrelsen (2011) en anbefaling om 10-12 timers søvn per nat, dvs. der anvendes som worst-case en søvn på **12 timer**. Tilsvarende anvendes en søvntid for **teenagere** på **10 timer** ud fra en anbefaling om 8-10 timers søvn.

For **voksne** anvendes en worst-case eksponeringsværdi for søvn på **9 timer**, som angivet i en rapport om søvn og sundhed fra Vidensråd for Forebyggelse (VFF, 2015). I denne rapport angives, at voksne generelt har behov for at sove mellem 6 og 9 timer i døgnet, og at de fleste voksne sover mellem 7 og 9 timer. Den gennemsnitlige søvnlængde angives som ca. 7,5 timer i døgnet.

11.2.2 Eksponeringstid (vågen tid)

Ud over eksponering under søvn vil der som angivet i TABEL 23 også forekomme eksponering fra PUR-skumprodukter i den vågne tid. Der er ikke identificeret kilder, der berører dette emne, så her er der udelukkende anvendt eksponeringstider, der anses for at være realistiske worst-case eksponeringstider:

- Babyer (0 år) – 3 timers vågen tid på en tumlemadras (de resterende 3 timers vågen tid i døgnet antages at blive brugt som pusletid eller i andre lokaler)
- Tumblebørn (4-6 år) – 2 timers leg på børneværelse
- Teenagere (13-14 år) – 8 timers ophold på teenageværelse
- Voksne – 2 timers ophold i samme rum som tumlemadras

11.2.3 Rumfang af rum

I projektet om "squishy legetøj" (Klinke et al., 2018) har der været anvendt et worst case børneværelse svarende til 7 m². I dette indeværende projekt er der imidlertid valgt et lidt større værelse (21 m³) som worst case svarende til et værelse med et gulvareal på 8,5 m² (RIVM (2014)). Dette begrundes med, at værelset skal være stort nok til at rumme to eller flere madrasser, samtidig med at der skal være plads til, at en teenager opholder sig mange timer i rummet i løbet af sine vågne timer.

21 m³ anvendes derfor som et worst-case rumfang af et værelse for både soveværelse og børneværelse. I RIVM (2014) angives et rumfang på **58 m³** for en stue svarende til et stueareal på 22 m². Dette rumfang anvendes for eksponeringsscenarioet, hvor baby (og voksne) opholder sig i et rum med en tumlemadrass.

11.2.4 Luftsifte

Som standard anvendes et luftsifte på **0,5 per time**, som også anvendes som et gennemsnitligt luftsifte i almindelige rum ifølge RIVM (2014), og som også anvendes som standard for bl.a. CertiPUR-målinger. Det er desuden det luftsifte, der er anvendt ved emissionsanalyserne i dette projekt.

11.3 Valgte eksponeringsscenerier

På grund af den store mængde data i dette projekt er der i eksponeringsscenerierne valgt at fokusere på de to grupper af forbrugere, der er udsat for den største mængde PUR-skumprodukter og i længst tid, dvs.:

- Babyer, der er udsat for i alt syv PUR-skumprodukter i 18 timer (sovetid) og et produkt i 3 timer (vågen tid)
- Teenagere, der er udsat for i alt fem PUR-skumprodukter i 18 timer (10 timers sovetid og 8 timers vågen tid på samme værelse)

Både tumlebørn (der opholder sig mindre i den vågne tid omkring PUR-skumprodukter) og voksne, der sover mindre, vil således også være dækket af disse worst-case scenarier.

Endelig er der valgt også at fokusere på et scenarie med flere produkter i indåndingszonen. Her er der valgt babyer som gruppe, da de sover i længst tid og er udsat for flest produkter direkte i indåndingszonen (babymadrass, babyhovedpude og sengerand).

12. Eksponeringsniveauer fra indirekte kilder

I risikovurderingen (se kapitel 14 "Metode til eksponerings- og risikovurdering") er der foretaget en risikovurdering for de ni udvalgte stoffer, dvs. foretaget en vurdering af, om en forventet worst-case eksponering, der stammer fra de undersøgte PUR-skumprodukter i dette projekt, vil udgøre en sundhedsmæssig risiko, når produkterne anvendes alene eller i kombination med de andre undersøgte PUR-skumprodukter.

Forbrugere eksponeres imidlertid også for de ni udvalgte stoffer via andre kilder. Det er derfor i dette kapitel beskrevet, hvilke andre væsentlige kilder (indirekte kilder) der er til eksponering af disse ni stoffer for forbrugere. Som referencer til at identificere eksponeringsniveauer fra indirekte kilder er der hovedsageligt anvendt Miljøstyrelsen tidligere kortlægningsprojekter.

De ni udvalgte stoffer er:

- Dimethylformamide (DMF) (CAS nr. 68-12-2)
- Decamethylcyclopentasiloxane (D5) (CAS nr. 541-02-6)
- Octamethylcyclotetrasiloxane (D4) (CAS nr. 556-67-2)
- 2-Ethyl-1-hexanol (CAS nr. 104-76-7)
- Dodecamethylcyclohexasiloxane (D6) (CAS nr. 540-97-6)
- Toluen (CAS nr. 108-88-3)
- α -Pinene (CAS nr. 80-56-8)
- Formaldehyde (CAS nr. 50-00-0)
- Phenol (CAS nr. 108-95-2)

12.1 Forekomst og anvendelse af de udvalgte stoffer

Forekomst og anvendelse af de ni udvalgte stoffer er beskrevet kort i TABEL 25 nedenfor. De anvendte kilder er angivet i parentes under stofnavnet i tabellen, og der er primært anvendt dokumenter fra ECHA, som samler op på viden om stofferne eller LOUS²⁸-rapporter fra Miljøstyrelsen, hvis disse eksisterer. Formålet med tabellen er at beskrive, hvilke andre væsentlige kilder der er til forbrugereksponeering for stofferne således, at den samlede eksponering for stofferne kan beregnes i kapitel 14 "Metode til eksponerings- og risikovurdering".

Generelt gælder for de ni udvalgte stoffer, at de andre primære indirekte kilder til eksponering for stofferne er via andre forbrugerprodukter, hvor der hovedsageligt vil være tale om afgang af stofferne til indeklimaet og eksponering via indånding.

For både toluen og phenol gælder, at de forekommer i små koncentrationer i udeluften, men der er tale om niveauer, som er lavere end de målte niveauer i klimakamrene i dette projekt. Der vil derfor være tale om worst-case situationer, når der i eksponeringsscenerierne regnes med ophold indenfor i hjemmet i 24 timer i døgnnet. Phenol kan som det eneste af stofferne forekomme i visse fødevarer (især røgede fødevarer), men dette anses ikke for at være en væsentlig eksponeringskilde (Miljøstyrelsen, 2014). Eksponering fra fødevarer medtages derfor ikke.

²⁸ LOUS = Listen Over Uønskede Stoffer

For siloxanerne D4, D5 og D6 vil den primære eksponering ske via f.eks. kosmetiske produkter, hvor D4 og D5 dog bliver forbudt fra 31. januar 2020 via REACH Annex XII²⁹ i kosmetiske produkter, der er beregnet til at blive vasket af pga. deres bioakkumulerende og persistente egenskaber i miljøet (vPvB³⁰). For de tre siloxaner er der desuden et forslag til begrænsning via REACH Annex XVII for indhold af stoffet i en koncentration på max. 0,1 % i kemiske blandinger³¹.

TABEL 25. Overordnet forekomst og anvendelse af de ni udvalgte stoffer

Stofnavn (anvendte kilder)	CAS nr.	Anvendelser	Forekomst og eksponering
Dimethylformamid (Larsen et al., 2014) (Klinke et al., 2018)	68-12-2	Opløsningsmiddel Industrirensningemiddel	Primært via arbejdsmiljøet Afgasning af stoffet er set fra nogle få forbrugerprodukter, men forventes ikke at udgøre en væsentlig eksponering. Undersøgelsen af squishies fremstillet af PUR-skum fra 2018 viser dog, at der sker en væsentlig eksponering for dette stof fra squishies på børneværelser.
Decamethylcyclopentasiloxane (D5) (ECHA, 2018a)	541-02-6	Fremstilling af silikonopolymerer til bl.a.: Kosmetiske produkter Pudsemidler og voks Vaske- og rengøringsprodukter Produkter til tekstilbehandling Farvestoffer Bilplejemidler	Eksponering sker primært ved brug af produkter, der indeholder stoffet. Eksponering kan ske til indeklima via frigivelse fra f.eks. tekstiler. Begrænset via REACH Annex XVII per 31. januar 2020 i kosmetiske produkter (wash-off produkter). Forslag til begrænsning til Annex XVII REACH for indhold af stoffet i en koncentration på max. 0,1 % i kemiske blandinger.
Octamethylcyclotetrasiloxane (D4) (ECHA, 2018b)	556-67-2	Fremstilling af silikonopolymerer til bl.a.: Læderplejemidler Smøremidler Kosmetiske produkter Farvestoffer Vaske- og rengøringsmidler Pudsemidler og voks	Eksponering sker primært ved brug af produkter, der indeholder stoffet. Eksponering kan ske til indeklima via frigivelse fra f.eks. tekstiler, møbler, gardiner, byggematerialer. Begrænset via REACH Annex XVII per 31. januar 2020 i kosmetiske produkter (wash-off produkter). Forslag til begrænsning til Annex XVII REACH for indhold af stoffet i en koncentration på max. 0,1 % i kemiske blandinger.
2-Ethyl-1-hexanol (ECHA, 2015)	104-76-7	Maling Rengøringsmidler	Primært brug er professionel brug. Eksponering kan ske ved afgasning fra produkter, der indeholder stoffet.
Dodecamethylcyclohexasiloxane (D6)	540-97-6	Fremstilling af silikonopolymerer til bl.a.: Kosmetiske produkter Vaske- og rengøringsmidler Pudsemidler og voks	Eksponering sker primært ved brug af produkter, der indeholder stoffet. Forslag til begrænsning til Annex XVII REACH for indhold af stoffet i en koncentration på max. 0,1 % i kemiske blandinger.

²⁹ REACH Annex XVII nr. 70. Dette er en begrænsning, der er vedtaget, men som ikke er trådt i kraft endnu. <https://echa.europa.eu/documents/10162/50e79685-efaf-ac9a-4acb-d8be3f0e9ddc>

³⁰ vPvB = very Persistent very Bioaccumulative

³¹ REACH Annex XVII nr. 70. Dette er et forslag til begrænsning, som ikke er vedtaget endnu. <https://echa.europa.eu/documents/10162/11f77453-8a0d-411b-38c3-7f992a136cca>

Stofnavn (anvendte kilder)	CAS nr.	Anvendelser	Forekomst og eksponering
Toluen (Kjølholt et al., 2014)	108-88-3	Opløsningsmiddel i kemiske produkter. Fortynder Rensemiddel	Små niveauer i udeluft (1,3 – 3,7 µg/m ³) i byzoner med tæt trafik. Eksponering sker ved anvendelse af produkter, der indeholder stoffet.
α-Pinene (Andersen et al., 2015) (Joint Research Centre, 2013)	80-56-8	Parfumeblandinger Bestanddel i terpentin Træ Byggematerialer	α-pinene er en vigtig bestanddel i terpentin og forekommer som naturlig emission fra nåletræer, såsom fyr og gran. Eksponering forekommer derfor typisk via indeklimaet, hvor mange byggematerialer afgasser α-pinene.
Formaldehyd (ECHA, 2019b) (Andersen et al., 2014)	50-00-0	Lim og maling Spånplader Toner og trykfarve Brændstof Voks og polermidler Kosmetiske produkter Luftfriskere Vaske- og rengøringsmidler Tekstiler m.m.	Indhold af formaldehyd i blandinger til forbrugere skyldes oftest brug af formaldehyd som biocid eller som stoffer, der frigiver formaldehyd. Eksponering sker typisk via indeklimaet, hvor mange produkter afgasser formaldehyd (byggematerialer, isolering, tæpper m.m.). Koncentration i indeklimaet ligger typisk på 20-40 µg/m ³ .
Phenol (Møller et al., 2014) (Miljøstyrelsen, 2014)	108-95-2	Opløsningsmiddel i kemiske produkter Konserveringsmiddel Krydsfinerplader	Phenol er naturlig bestanddel i plantemateriale og udskilles naturligt fra planter og mennesker pga. stofskifte. Forekommer i meget lave koncentrationer i udeluften, da det hurtigt nedbrydes i atmosfæren. Koncentrationer ikke angivet. Eksponering sker ved anvendelse af produkter, der indeholder stoffet. Eksponering fra fødevarer forekommer, men i lavere niveauer end fra forbrugerprodukter. Forekommer primært i røgede fødevarer. Anses ikke for at være en væsentlige eksponering.

12.2 Kilder til eksponeringsniveauer for stofferne

Der er foretaget en søgning i Miljøstyrelsens database³² over kemiske stoffer i forbrugerprodukter for de ni ovenstående udvalgte stoffer. Informationerne fremkommet ved søgningen er angivet i TABEL 26 nedenfor. TABEL 26 viser, hvilke forbrugerprodukter der ifølge Miljøstyrelsens database enten indeholder eller frigiver de ni udvalgte stoffer. Det er dog ikke for alle produkter, at der nødvendigvis forekommer målinger, som er relevante for projektet, men tabellen giver et overblik over, hvilke forbrugerprodukter der kan være medvirkende til en indirekte eksponering for de samme stoffer.

³² <https://vidensbank.mst.dk/v2/>. Databasen er ikke fuldt opdateret, derfor er der også foretaget en søgning i de seneste rapporter (efter kortlægningsrapport nr. 164, som er i databasen) publiceret på Miljøstyrelsens hjemmeside: <https://mst.dk/kemi/kemikalier/forskning-og-kortlaegning/kortlaegning-af-forbrugerprodukter/>

TABEL 26. Andre kilder til eksponering for de udvalgte stoffer fra forbrugerprodukter

Stofnavn	CAS nr.	Forbrugerprodukter med indhold af stoffet	Forbrugerprodukter hvor stoffet afgasser fra
Dimethylformamide	68-12-2	Squishy legetøj Balloner Waders	Legehus (telt), iglotelt Folde-ud-telt Squishy legetøj
Decamethylcyclopentasiloxane (D5)	541-02-6	Dyreplejeprodukter	Diverse sexlegetøj Squishy legetøj Elsparepærer Gør-det-selv produkter
Octamethylcyclotetrasiloxane (D4)	556-67-2	Skolejemiddel Kosmetiske produkter (creme)	Gummifigur legetøj Elsparepærer Gør-det-selv produkter
2-Ethyl-1-hexanol	104-76-7	Ledning 3D printermateriale Sexlegetøj Bilplejeprodukter indvendig brug Lamineringsmateriale Ammepuder, baby madras Legetaske, skoletaske, penalhus Eksotisk træ	Elektroniske produkter (TV mm.) Legetøj Slimet legetøj Diverse sexlegetøj Parketgulv af eksotisk træ Gulvtæpper Iglotelt Folde-ud-telt
Dodecamethylcyclohexasiloxane (D6)	540-97-6	<i>Ingen produkter angivet</i>	Squishy legetøj Elsparepærer Gør-det-selv produkter
Toluen	108-88-3	Sportsskadeprodukter (salve mm.) Waders Knæbandage/knæbind Bilplejeprodukter indvendig brug Dykkertøj Penalhus, viskelæder Trælegetøj Jakke Porcelænsfarve Fugemasse Julepynt	Rørperler og perleplader Diverse sexlegetøj Legehus (telt), iglotelt Modellervoks Gummifigur - legetøj Tape Røgelse Flydende latex til rollespil 3D printmateriale Tekstilimprægneringsspray Elektroniske produkter (TV, lampe, mm.) Maling og andre gør-det-selv produkter Duftlys Elsparepærer Squishy legetøj
α-Pinene	80-56-8	Massageolie og sexcreme Bilplejeprodukter indvendig brug Hudlim til rollespil	Røgelse Elektroniske produkter (TV mm.) Gulvtæppe Squishy legetøj
Formaldehyde	50-00-0	Modellervoks Jakke, handsker Sengetøj, tekstilmetervarer Ammepude, puslepude Sæbebobler Slimet legetøj Gulvtæppe Autostol Bæresele til babyer, baby madras Legetøj til dyr Hobbyprodukter (lim, farver) Legetøj	Iglotelt, folde-ud-telt 3D printermaterialer Røgelse Elektroniske produkter (TV mm.) Gulvtæpper Squishy legetøj Gør-det-selv produkter
Phenol	108-95-2	Waders Sportsskadeprodukter (lotion mm) Dykkertøj Jakke Balloner Lamineringsmaterialer Julepynt Legetasker, skoletasker Puslepude Hobbyprodukter (glimmerlim mm.)	Diverse sexlegetøj Folde-ud telt 3D printermaterialer Squishy legetøj Gulvtæpper Gør-det-selv produkter

I Miljøstyrelsens database over kemiske stoffer i forbrugerprodukter er der herefter søgt på informationer, hvor de ni udvalgte stoffer har indgået i en sundhedsvurdering, dvs. at der forekommer målte eksponeringsniveauer, som har været anvendt i en efterfølgende eksponerings- og risikovurdering. Projekter, hvor der kun er foretaget screeningsanalyser, er ikke medtaget. Der er til brug i dette projekt udelukkende valgt at fokusere på værdier for projekter, hvor der er målt afgangning af de ni udvalgte stoffer og primært projekter, hvor der er målt afgangning til klimakammer, så niveauerne er sammenlignelige. F.eks. er mange af de ni udvalgte stoffer målt afgasset fra både gulvtæpper og elsparepærer, men niveauerne er ikke sammenlignelige med eksponeringsværdierne beregnet i dette projekt, da de ikke er omregnet til en afgasset koncentration i et boligrum.

De målte koncentrationer og de angivne eksponeringssituationer er angivet i TABEL 27 nedenfor. Hvis stoffet ikke er identificeret i nogle af de undersøgte produkter, er dette angivet som et spænd fra nul til den maksimalt målte koncentration. Hvis der er foretaget en risikovurdering i projektet, hvor RCR-værdien er beregnet for stoffet og eksponeringen (for højeste værdi), så er denne angivet i tabellen med den anvendte DNEL-værdi i parentes. Disse RCR-værdier er imidlertid ikke beregnet i de ældste rapporter.

De nedenfor angivne koncentrationer giver således en idé om omfanget af den indirekte eksponering via indeklimaet fra andre kilder end PUR-skumprodukterne. De angivne koncentrationer kan "i teorien" lægges sammen med koncentrationerne fra PUR-skumprodukterne og på denne måde repræsentere den samlede koncentration i indeklimaet fra andre kilder også. Grunden til, at denne addition af eksponeringen kun er teoretisk, er, at der ikke er målt afgangningskoncentrationer på de samme tidspunkter i alle projekter. Der er heller ikke nødvendigvis anvendt samme størrelse af klimakammer eller betingelser (for f.eks. luftskifte) ved klimakammeranalyserne udført i de tidligere projekter. Desuden er der stor forskel på, om koncentrationen er målt efter f.eks. 1 time, 5 timer eller 7 timer, samt 1 døgn, 3 døgn, 9 døgn eller 28 døgn. Derudover skal der tages højde for om det er realistisk, at afgangning fra denne type produkter forekommer i de scenarier (rum), der er opstillet i dette projekt (soveværelse, opholdsrum, teenageværelse/børneværelse). Uanset hvad viser tabellen, at der er flere kilder til afgangning af de udvalgte stoffer i hjemmet.

Det bør bemærkes, at der i de tidligere rapporter for nogle stoffer er beregnet RCR-værdier, der overstiger 1, dvs. at disse produkter i sig selv kan udgøre sundhedsmæssige effekter, for nogle produkttyper. Dette er for:

- Squishy legetøj for stoffet DMF
- Påføring af gør-det-selv produkter (syrehærdende gulvlak) for formaldehyd

Nogle af disse produkter er efterfølgende blevet fjernet fra markedet, da de udgjorde en risiko.

Af ovenstående årsager er afgangninger af de ni stoffer ikke medtaget i eksponeringsberegningerne i dette projekt, men det er vigtigt at være opmærksom på, at afgangning af disse stoffer også kan forekomme fra andre produkter.

TABEL 27. Eksponeringsniveauer for afgangning af de udvalgte stoffer fra andre indirekte kilder i hjemmet

Stofnavn (CAS nr.)	Målte niveauer (µg/m ³)	RCR-værdier beregnet	Eksponeringssituation	Reference
Dimethylformamide (DMF) (68-12-2)	<u>Legetelte:</u> 4-345 (1½ time), <1-100 (3 døgn)	Er ikke beregnet. Metoden er ikke anvendt, da ældre rapport.	Klimakammer (målt efter f.eks. 1½ time og 3 døgn)	Hansen et al., 2004
	<u>Squishy legetøj:</u> 520-14.000 (1 time), 1200-3600 (3 døgn)	RCR beregnet for små børn 10 timers søvn med squishy ved måling efter 1 time RCR=73 og måling efter 3 døgn RCR=19 (DNEL= 80)	Klimakammer (målt efter 1 time og 3 døgn)	Klinke et al., 2018
Decamethylcyclopentasiloxane (D5) (541-02-6)	<u>Elektronik:</u> Strygejern: 12 (7 timer), 3 (9 døgn) som sum af D4 og D5 Husholdningssøvn: 130 (7 timer), 33 (9 døgn) som sum af D4 og D5 Printer: 2,5 (7 timer), under detektionsgrænse (DL) efter 9 døgn (sum af siloxaner) Mobiltelefon med oplader: 0,2 (7 timer), under DL efter 9 døgn (sum af siloxaner) PC: 3 (7 timer), 5 (9 døgn) (sum af siloxaner) El-radiator: 1 (7 timer), under DL efter 9 døgn (sum af siloxaner)	Er ikke beregnet. Metoden er ikke anvendt, da ældre rapport.	Klimakammer (målt efter 7 timer og 9 døgn med simuleret relevant brugsmønster). Der er angivet de beregnede rumkoncentrationer efter hhv. 7 timer og 9 døgn.	Mortensen, 2005
	<u>Gør-det-selv produkter:</u> Gulvmaling: 14-200 (5 timer) Gulvlak: 13 (5 timer)	Ikke beregnet for stoffet	Klimakammer (målt efter 5 timer, 3 døgn og 28 døgn). Der er ikke angivet værdier efter hhv. 3 døgn og 28 døgn (værdier muligvis lig nul).	Lassen et al., 2018

Stofnavn (CAS nr.)	Målte niveauer (µg/m ³)	RCR-værdier beregnet	Eksposeringssituation	Reference
Octamethylcyclotetra- siloxane (D4) (556-67-2)	<u>Elektronik:</u> Strygejern: 12 (7 timer), 3 (9 døgn) som sum af D4 og D5 Husholdningsovn: 130 (7 timer), 33 (9 døgn) som sum af D4 og D5 Printer: 2,5 (7 timer), under detektionsgrænse (DL) efter 9 døgn (sum af siloxaner) Mobiltelefon med oplader: 0,2 (7 timer), under DL efter 9 døgn (sum af siloxaner) PC: 3 (7 timer), 5 (9 døgn) (sum af siloxaner) EI-radiator: 1 (7 timer), under DL efter 9 døgn (sum af siloxaner)	Er ikke beregnet. Metoden er ikke anvendt, da ældre rapport.	Klimakammer (målt efter 7 timer og 9 døgn med simuleret relevant brugsmønster). Der er angivet de beregnede rumkoncentrationer efter hhv. 7 timer og 9 døgn.	Mortensen, 2005
	<u>Squishy legetøj:</u> 0-7 (1 time), 0-2 (3 døgn)	Er ikke beregnet for stoffet	Klimakammer (målt efter 1 time og 3 døgn)	Klinke et al., 2018
	<u>Gør-det-selv produkter:</u> Gulvmaling: 10-190 (5 timer), 1-3 (3 døgn) PU-skum: 4 (5 timer) Gulvlak: 27 (5 timer)	Er ikke beregnet for stoffet	Klimakammer (målt efter 4-5 timer, 3 døgn og 28 døgn). Der er ikke angivet værdier efter 28 døgn (værdier muligvis lig nul).	Lassen et al., 2018
2-Ethyl-1-hexanol (104-76-7)	<u>Legetelte:</u> 0-140 (1½ time), 0-12 (3 døgn)	Er ikke beregnet. Metoden er ikke anvendt, da ældre rapport.	Klimakammer (målt efter f.eks. 1½ time og 3 døgn)	Hansen et al., 2004
	<u>Elektronik:</u> Husholdningsovn: 2 (7 timer), <1 (9 døgn) Hårtørrer: 0,5 (7 timer), < 0,4 (9 døgn) Lampe: 0 (7 timer), 0,7 (9 døgn) EI-panel: 0,6 (7 timer), 0,3 (9 døgn) TV: 0,6-0,69 (7 timer), <0,3-0,46 (9 døgn) Monitor: 19,8 (7 timer), 9,7 (9 døgn) Spillekonsol: 1,26 (7 timer), 0,00 (9 døgn) Transformer: 6,0 (7 timer), 3,9 (9 døgn)	Er ikke beregnet. Metoden er ikke anvendt, da ældre rapport. Er ikke beregnet. Metoden er ikke anvendt, da ældre rapport.	Klimakammer (målt efter 7 timer og 9 døgn med simuleret relevant brugsmønster). Der er angivet de beregnede rumkoncentrationer efter hhv. 7 timer og 9 døgn.	Mortensen, 2005 Malmgren-Hansen et al., 2003
Dodecamethylcyclohexasiloxane (D6) (540-97-6)	<u>Gør-det-selv produkter:</u> Gulvmaling: 10-62 (5 timer) Vådrumsmaling: 12 (5 timer) Gulvlak: 10 (5 timer)	Er ikke beregnet for stoffet	Klimakammer (målt efter 5 timer, 3 døgn og 28 døgn). Der er ikke angivet værdier efter hhv. 3 døgn og 28 døgn (værdier muligvis lig nul).	Lassen et al., 2018

Stofnavn (CAS nr.)	Målte niveauer ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	RCR-værdier beregnet	Eksponeringssituation	Reference
Toluen (108-88-3)	<u>Legetelte:</u> 10-19 (1½ time), 13-21 (3 døgn)	Er ikke beregnet. Metoden er ikke anvendt, da ældre rapport.	Klimakammer (målt efter f.eks. 1½ time og 3 døgn)	Hansen et al., 2004
	<u>Elektronik:</u> Strygejern: 2,9 (7 timer), 0,1 (9 døgn) Lampe: 6,7 (7 timer), 1,0 (9 døgn) Genopladelige batterier: 8,9 (7 timer), 1,1 (9 døgn) TV: 1,95 (7 timer), 2,18 (9 døgn) Monitor: 38,3 (7 timer), 16,0 (9 døgn) Spillekonsol: 0,23 (7 timer), 0,23 (9 døgn) Transformere: 35,3 (7 timer), 14,8 (9 døgn)	Er ikke beregnet. Metoden er ikke anvendt, da ældre rapport. Er ikke beregnet. Metoden er ikke anvendt, da ældre rapport.	Klimakammer (målt efter 7 timer og 9 døgn med simuleret relevant brugsmønster). Der er angivet de beregnede rumkoncentrationer efter hhv. 7 timer og 9 døgn.	Mortensen, 2005 Malmgren-Hansen et al., 2003
	<u>Indeklima:</u> Børneværelse: 49,2 (3 døgn?) – skyldes udelukkende elektronik	Er ikke beregnet. Metoden er ikke anvendt, da ældre rapport.	Beregninger for modelrum med luftskifte baseret på værdier identificeret i litteratur. Beregninger for 3 døgn? (fremgår ikke tydeligt)	Jensen & Knudsen, 2006
	<u>Børneværelse:</u> Kumuleret afgang: 52,4 (24 timer) for tuschpenne, tape, modellervoks, maling/lak, elektronik tændt, men går i dvale. Elektronik samlet: 49,2 Indeklima generelt: 28,4 (95% percentil) Faktiske målinger i børneværelse: 1,6-54 (230 pga. skur med kemikalier)	Børneværelse (som sum af tuschpenne, tape, modellervoks, maling/lak fra ældre rapporter og faktiske målinger af møbler, computere, nyt gulv og elektronik): RCR=0,072 efter 24 timer (DNEL=725) Indeklima i tre børneværelser: RCR=0,07, 0,32 og 0,03 ved målinger i 2 timer (DNEL=725)	Der lægges eksponeringer sammen fra diverse andre kilder – herunder elektronik. Der er også målt feltmålinger på faktiske børneværelser i 2 timer. Et børneværelse skilte sig ud med meget høje værdier, fordi det lå op ad skur, hvor der blev opbevaret kemikalier. Værdier herfra er angivet i parentes.	Larsen et al., 2016
	<u>Squishy legetøj:</u> 3-330 (1 time), 0-25 (3 døgn)	RCR beregnet for små børn 10 timers søvn med squishy ved måling efter 1 time RCR=0,19 og måling efter 3 døgn RCR=0,01 (DNEL= 725) RCR beregnet for større børn med 40 squishies på værelse. Måling efter 1 time RCR=0,05 og måling efter 3 døgn RCR=0,01 (DNEL= 725)	Klimakammer (målt efter 1 time og 3 døgn)	Klinke et al., 2018
	<u>Gør-det-selv produkter:</u> Epoxy-gulvmaling (vandbaseret): 12 (5 timer) PU-skum: 12 (5 timer) Gulvlak: 5 (5 timer) Epoxy-lak (vandbaseret): 140 (5 timer)	Beregnet RCR-værdier for nedenstående: Gulvmaling: RCR = 0,1 for påføring ved indåndingszone (DNEL= 2900) Epoxy gulvmaling: RCR = 0,0 for påføring ved indåndingszone (DNEL= 2900) PU-skum: RCR= 0,0 efter 5 timer (DNEL= 2900)	Klimakammer (målt efter 5 timer, 3 døgn og 28 døgn). Der er ikke angivet værdier efter hhv. 3 døgn og 28 døgn (værdier muligvis lig nul).	Lassen et al., 2018

Stofnavn (CAS nr.)	Målte niveauer ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	RCR-værdier beregnet	Eksponeringssituation	Reference
		Gulvlak: RCR = 0,0 for påføring ved indåndingszone dage (DNEL = 2900) Gulvvoks: RCR = 0,7 for påføring ved indåndingszone (DNEL = 2900)		
α-Pinene (80-56-8)	<u>Legetelte:</u> 3-23 (1½ time), <1-5 (3 døgn)	Er ikke beregnet. Metoden er ikke anvendt, da ældre rapport.	Klimakammer (målt efter f.eks. 1½ time og 3 døgn)	Hansen et al., 2004
	<u>Elektronik:</u> Husholdningsovn: 1 (7 timer), 1 (9 døgn) TV: 0,11 (7 timer), <0,11 (9 døgn) Monitor: 25,6 (7 timer), 4,9 (9 døgn) Spillekonsol: 0,57 (7 timer), 0,00 (9 døgn) Transformer: 0,4 (7 timer), 0,1 (9 døgn)	Er ikke beregnet. Metoden er ikke anvendt, da ældre rapport. Er ikke beregnet. Metoden er ikke anvendt, da ældre rapport.	Klimakammer (målt efter 7 timer og 9 døgn med simuleret relevant brugsmønster). Der er angivet de beregnede rumkoncentrationer efter hhv. 7 timer og 9 døgn.	Mortensen, 2005 Malmgren-Hansen et al., 2003
	<u>Squishy legetøj:</u> 7-16 (1 time), 0-<5 (3 døgn)	RCR beregnet for små børn 10 timers søvn med squishy ved måling efter 1 time RCR=ca. 0 og måling efter 3 døgn RCR=ca. 0 (DNEL= 2500) RCR beregnet for større børn med 40 squishies på værelse. Måling efter 1 time RCR=ca. 0 og måling efter 3 døgn RCR=ca. 0 (DNEL= 2500)	Klimakammer (målt efter 1 time og 3 døgn) Bemærk, det er L-isomeren, der er målt i dette projekt og ikke det listede CAS-nr.	Klinke et al., 2018
Formaldehyde (50-00-0)	<u>Legetelte:</u> 15-163 (3 timer), 5-80 (3 døgn)	Er ikke beregnet. Metoden er ikke anvendt, da ældre rapport.	Klimakammer (målt efter f.eks. 1½ time og 3 døgn)	Hansen et al., 2004
	<u>Elektronik:</u> Printer: 0,4 (7 timer), 0,9 (9 døgn) Husholdningsovn: 18 (7 timer), 24 (9 døgn) Hårtørrer: 0,5 (7 timer), 0,7 (9 døgn) Strygejern: 3,3 (7 timer), 0,0 (9 døgn) Lampe: 19,5 (7 timer), 4,9 (9 døgn) PC: 3,3 (7 timer), 0,7 (9 døgn) TV: 0,34-1,5 (7 timer), < 0,23-0,3 (9 døgn) El-panel: <0,1 (7 timer), 0,1 (9 døgn) El-radiator: 0,4 (7 timer), 0,4 (9 døgn) Monitor: 3,0 (7 timer), 2,8 (9 døgn) Spillekonsol: 0,8 (7 timer), 0,46 (9 døgn) Transformer: 11,1 (7 timer), 4,3 (9 døgn)	Er ikke beregnet. Metoden er ikke anvendt, da ældre rapport. Er ikke beregnet. Metoden er ikke anvendt, da ældre rapport.	Klimakammer (målt efter 7 timer og 9 døgn med simuleret relevant brugsmønster). Der er angivet de beregnede rumkoncentrationer efter hhv. 7 timer og 9 døgn.	Mortensen, 2005 Malmgren-Hansen et al., 2003

Stofnavn (CAS nr.)	Målte niveauer ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	RCR-værdier beregnet	Eksponeringssituation	Reference
	<u>Indeklima:</u> Børneværelse: 40,0 (3 døgn?) – skyldes udelukkende elektronik	Er ikke beregnet. Metoden er ikke anvendt, da ældre rapport.	Beregninger for modelrum med luftskifte baseret på værdier identificeret i litteratur. Beregninger for 3 døgn? (fremgår ikke tydeligt)	Jensen & Knudsen, 2006
	<u>Squishy legetøj:</u> 3,1-23 (1 time)	Er ikke beregnet for stoffet	Klimakammer (målt efter 1 time)	Klinke et al., 2018
	<u>Gør-det-selv produkter:</u> Syrehærdende gulvlak: 10.627 (5 timer), 1.772 (3 døgn), 85 (28 døgn) Gulvvoks: 4,3 (5 timer), 2,3 (3 døgn), 1,2 (28 døgn) Gulvmaling (opløsningsmiddelbaseret): 1,5-6,7 (5 timer), 8-13 (3 døgn), 3,2-4,4 (28 døgn) Epoxy-gulvmaling (vandbaseret): 1,7 (3 døgn), 1,9 (28 døgn) Gulvfarve: 9,8 (5 timer), 13 (3 døgn), 3,4 (28 døgn) Gulvolie: 2,7 (5 timer), 15 (3 døgn), 1,7 (28 døgn) Vådrumsmaling: 9,7 (5 timer), 2,0 (3 døgn), 2,1 (28 døgn)	Beregnet RCR-værdier for nedenstående: Syrehærdende gulvlak: RCR=113 ved påføring i indåndingszonen, RCR= 106 efter 5 timer, RCR= 18 efter 3 dage, RCR= 0,9 efter 28 dage (DNEL= 100) Gulvvoks: RCR=0,0 efter 5 timer, efter 3 døgn og efter 28 døgn (DNEL= 100) Gulvmaling (opl.): RCR=0,0 efter 5 timer, RCR= 0,1 efter 3 døgn, RCR=0,0 efter 28 døgn (DNEL= 100) Epoxy gulvmaling: RCR=0,0 efter 3 dage og 28 døgn (DNEL= 100) Vådrumsmaling: RCR=0,2 efter 5 timer, RCR=0,1 efter 3 døgn og efter 28 døgn (DNEL= 100)	Klimakammer (målt efter 5 timer, 3 døgn og 28 døgn).	Lassen et al., 2018
Phenol (108-95-2)	<u>Legetelte:</u> 0-16 (1½ time), 0-15 (3 døgn)	Er ikke beregnet. Metoden er ikke anvendt, da ældre rapport.	Klimakammer (målt efter f.eks. 1½ time og 3 døgn)	Hansen et al., 2004
	<u>Elektronik:</u> Husholdningsovn: 1 (7 timer), <1 (9 døgn) Strygejern: 1,4 (7 timer), 0,2 (9 døgn) PC: 16,1 (7 timer), 16,1 (9 døgn) TV: 2,53-3,4 (7 timer), <0,3-2,99 (9 døgn) Spillekonsol: 1,49 (7 timer), 0,46 (9 døgn) Transformer: 0,0 (7 timer), 4,2 (9 døgn)	Er ikke beregnet. Metoden er ikke anvendt, da ældre rapport. Er ikke beregnet. Metoden er ikke anvendt, da ældre rapport.	Klimakammer (målt efter 7 timer og 9 døgn med simuleret relevant brugsmønster). Der er angivet de beregnede rumkoncentrationer efter hhv. 7 timer og 9 døgn.	Mortensen, 2005 Malmgren-Hansen et al., 2003

Stofnavn (CAS nr.)	Målte niveauer ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	RCR-værdier beregnet	Eksponeringssituation	Reference
	<u>Indeklima:</u> Børneværelse: 43,6 (3 døgn?) – skyldes udelukkende elektronik	Er ikke beregnet. Metoden er ikke anvendt, da ældre rapport.	Beregninger for modelrum med luftskifte baseret på værdier identificeret i litteratur. Beregninger for 3 døgn? (fremgår ikke tydeligt)	Jensen & Knudsen, 2006
	<u>Squishy legetøj:</u> 1-10 (1 time)	Er ikke beregnet for stoffet	Klimakammer (målt efter 1 time). Kun screening – målt som toluenækvivalenter.	Klinke et al., 2018
	<u>Gør-det-selv produkter:</u> Grundrens: 41 (5 timer), 9 (3 døgn) Gulvmaling (vandbaseret): 32 (5 timer), 26 (3 døgn) Gulvfarve: 19 (5 timer), 6 (3 døgn) Kemisk træ: 50 (5 timer) Vådrumsmaling: 30 (3 døgn) Syrehærdende gulvlak: 79 (5 timer) Klar lak (epoxy): 25 (5 timer), 5 (3 døgn) PU fugeskum: 30 (3 døgn)	Beregnet RCR-værdier for nedenstående: Vandbaseret gulvmaling: RCR=0,3 efter 5 timer og RCR=0,3 efter 3 døgn (DNEL=100) Kemisk træ: RCR=0,5 efter 5 timer (DNEL=100) Vådrumsmaling: RCR=0,9 efter 3 dage (DNEL=100) Syrehærdende gulvlak: RCR=0,8 efter 5 timer (DNEL=100) PU fugeskum: RCR=0,3 efter 3 døgn (DNEL=100)	Klimakammer (målt efter 5 timer, 3 døgn og 28 døgn). Der er ikke angivet værdier efter 28 døgn (værdier muligvis lig nul).	Lassen et al., 2018

13. Farevurdering

I dette kapitel er der foretaget en farevurdering af de ni udvalgte stoffer. Farevurderingen er baseret på allerede eksisterende vurderinger og er primært en fastsættelse af de DNEL-værdier, der skal anvendes i risikovurderingen. Farevurderingen er foretaget for de ni udvalgte stoffer (som er listet i TABEL 16 og i kapitel 12 "Eksponeringsniveauer fra indirekte kilder").

13.1 Fastsættelse af DNEL-værdier

Til fastsættelse af DNEL-værdier er der taget udgangspunkt i og anvendt eksisterende vurderinger. Disse er primært EU-LCI-værdier ("Lowest Concentration of Interest"), men der er også anvendt risikovurderinger foretaget i Miljøstyrelsens tidligere og igangværende forbrugerprojekter om kortlægning af kemiske stoffer i forbrugerprodukter, samt evt. andre relevante rapporter. Der er hovedsageligt valgt den tilgang, at hvis stofferne for nyligt er blevet vurderet og DNEL-værdier fastlagt for indånding i et af Miljøstyrelsens tidligere kortlægningsprojekter indenfor de sidste par år, er disse DNEL-værdier direkte anvendt i dette projekt med angivelse af kilden.

I flere tilfælde er DNEL-værdier fastsat på baggrund af LCI-værdier. LCI-værdier er tolerable eksponeringsniveauer for en række enkeltstoffer fastsat i EU-regi for at begrænse bygningsmaterialers afgang af kemiske stoffer. LCI-værdierne er fastsat ud fra samme metode, som anvendes i REACH til fastsættelse af DNEL-værdier. EU-Kommissionen fremhæver på deres hjemmeside for EU-LCI, at LCI-værdierne ikke er et udtryk for retningslinjer for luftkvaliteten indendørs, men er udviklet til vurderingen af emissioner fra et enkelt bygningsprodukt/element, hvor målet er at undgå sundhedsmæssige effekter fra langvarig eksponering (EC, 2013; EU-LCI, 2019). Ifølge rapporten bag EU-LCI-værdierne er LCI-værdierne udledt, så de er sikre for både børn og voksne, selv ved en livslang udsættelse for stofferne fra et produkt (EC, 2013). Der anvendes derfor de samme DNEL-værdier i alle scenarier, uanset om der er tale om børn eller voksne. På tilsvarende vis har man i AgBB i Tyskland etableret LCI-værdier for en række stoffer (her kaldet NIK-værdier). I Tyskland anvendes der generelt EU-LCI-værdien, hvis en sådan er fastsat for stoffet, men AgBB har fastsat LCI-værdier for flere stoffer, herunder D4, D5, D6 og DMF (AgBB, 2018). Disse værdier er således også noteret i TABEL 28 nedenfor. Det skal bemærkes, at for DMF har AgBB fastsat den laveste observerede grænseværdi på $15 \mu\text{g}/\text{cm}^3$, men baggrundsdokumentationen har ikke været tilgængelig, så den kritiske effekt, der ligger til grund for denne grænseværdi kendes ikke. EU har foreslået samme LCI-værdi, men den er endnu ikke vedtaget. Af disse årsager vælges der derfor at anvende den lidt højere DNEL-værdi som er fastsat af EU's Expert Group on Toy Safety, og som også blev anvendt af Klinker et al., 2018 på $80 \mu\text{g}/\text{cm}^3$.

For stofferne D4, D5 og D6 er der valgt at anvende de DNEL-værdier, som er fastsat i et igangværende projekt for Miljøstyrelsen om siloxaner i kosmetik (Larsen et al., 2020). Disse værdier vælges, idet data for stofferne her er gennemgået for nyligt, og idet de anvendte DNEL-værdier ligger lavere end EU-LCI-værdierne, hvor det i øvrigt ikke er muligt at finde baggrundsdokumentationen og dermed hvad der ligger til grund for fastsættelse af EU-LCI-værdierne.

Til sammenligning er der i kolonnen med LCI-værdierne også angivet de gældende grænseværdier i arbejdsmiljøet (markeret med GV), som eksisterer for stofferne DMF, toluen, formaldehyd og phenol. Grænseværdierne i arbejdsmiljøet er generelt væsentligt højere end de anvendte DNEL-værdier.

TABEL 28. Klassificering, DNEL-værdier og kritisk effekt for de udvalgte stoffer. Harmoniseret klassificering er angivet ved fed skrift, og ellers er den notificerede klassificering angivet med antallet af notificeringer for den listede klassificering i parentes. Valgt DNEL-værdi er markeret med fed skrift.

Stofnavn	CAS nr.	Klassificering ³³ (sundhed)	EU-LCI-værdi (AgBB LCI-værdi) GV i arbejdsmiljøet (µg/m ³)	DNEL for inhalation (µg/m ³) (kritisk effekt)	Kommentar	Reference
Dimethylformamid (DMF)	68-12-2	Acute Tox. 4, H312 Eye Irrit. 2, H319 Acute Tox. 4, H332 Repr. 1B, H360D <i>På REACH Kandidatlisten pga. reproduktionstoksicitet</i>	<i>Ingen</i> Forslag: 15 ³⁴ (15) GV: 15.000 (EU) Forslag GV: 3200 (ECHA)	<u>Akut:</u> 80 (slimhindeirritation) <u>Kronisk:</u> 100 (levertoksicitet) 15 (<i>effekt ikke kendt</i>)	Der vælges værdien fastsat af Expert Group on Toy Safety, da EU-LCI-værdien endnu ikke er vedtaget, og da dokumentationen bag fastsættelse af LCI-værdien ikke kan findes.	Expert Group on Toy Safety (ifølge MST ³⁵) Klinke et al., 2018 AgBB, 2018 ECHA, 2019d
Decamethylcyclopen-tasiloxane (D5)	541-02-6	Ikke klassificeret (4248) Acute Tox. 3 H331 (20) STOT SE 3 H335 (9) <i>På REACH Kandidatlisten pga. PBT, vPvB egenskaber</i>	<i>Ingen</i> <i>Værdi under udarbejdelse</i> ³⁶ (1500)	<u>Akut:</u> 2.643 (lungeirritation) <u>Kronisk:</u> 4.314 (livmodertumorer) 1500 (<i>reprotoksiske effekter, read-across fra D4</i>) 5.300 (lungeeffekter)	Dokumentationen bag fastsættelse af LCI-værdien kan ikke findes. Derfor anvendes DNEL-værdier fastsat i Miljøstyrelsesprojekt om siloxaner i 2020, da det er en nyere vurdering.	Beregnet med baggrund i SCCS/1549/15, 2016 AgBB, 2018. Joint Research Centre, 2013. Larsen et al., 2020
Octamethylcyclotetra-siloxane (D4)	556-67-2	Aquatic Chronic 4, H413 Repr. 2, H361f <i>På REACH Kandidatlisten pga. PBT, vPvB egenskaber</i> <i>Anses for at være hormonforstyrrende</i>	1200	<u>Akut:</u> <i>Ingen</i> <u>Kronisk:</u> 13.000 (levertoksicitet) 1200 (reprotoksiske effekter) 1000 (lungeeffekter)	Dokumentationen bag fastsættelse af LCI-værdien kan ikke findes. Derfor anvendes DNEL-værdier fastsat i Miljøstyrelsesprojekt om siloxaner i 2020, da det er en nyere vurdering.	Beregnet med baggrund i SCCS/1241/10, 2010 EU-LCI, 2018. Joint Research Centre, 2013. CeHoS, 2018 Larsen et al., 2018

³³ Harmoniseret klassificering er angivet ved fed. Ellers er den notificerede klassificering angivet med antallet af notificeringer for den listede klassificering i parentes. Antallet er som angivet per 20.10.2019 ved opslag i ECHAs CL Inventory.

³⁴ Ifølge Klinke et al. (2018) er der stillet et forslag om en EU LCI-værdi på 15 µg/m³, men er ikke vedtaget. Baggrunden for denne værdi er sandsynligvis, at den tyske ordning svarende til EU LCI-værdier kaldet AgBB har fastsat en grænseværdi på 15 µg/m³ for stoffet (Joint Research Centre, 2013).

³⁵ Dokumentation modtaget af Miljøstyrelsen i forbindelse med projektet.

³⁶ Ifølge EU LCI master list juli 2018 (https://ec.europa.eu/growth/sectors/construction/eu-lci/values_en)

Stofnavn	CAS nr.	Klassificering ³³ (sundhed)	EU-LCI-værdi (AgBB LCI-værdi) GV i arbejdsmiljøet (µg/m ³)	DNEL for inhalation (µg/m ³) (kritisk effekt)	Kommentar	Reference
						Larsen et al., 2020
2-Ethyl-1-hexanol	104-76-7	Acute Tox. 4, H332 (1839) STOT SE 3, H335 (1795) Acute Tox. 4, H312 (66) Skin Sens. 1, H317 (10)	300	<u>Akut:</u> 26.000 (irritation) 300 (irritation af øjne) <u>Kronisk:</u> 2300 (<i>ingen – højeste dosis testet</i>)	En CoRAP-vurdering er enig i de fastsatte DNEL-værdier i registreringsdossier. Der vælges EU-LCI-værdien, da det er den laveste værdi.	ECHA, 2015 ECHA Registreringsdossier EU-LCI, 2014 EU-LCI, 2018 ECHA Registreringsdossier
Dodecamethylcyclohexasiloxane (D6)	540-97-6	Ikke klassificeret (245) Eye Irrit. 3, H319 (19) Asp. Tox. 1, H304 (1) <i>På REACH Kandidatlisten pga. PBT, vPvB egenskaber</i>	<i>Ingen Værdi under udarbejdelse</i> (1200)	<u>Akut:</u> 1500 (lungeirritation) <u>Kronisk:</u> 2700 (levertoksicitet) 1200 (reprotoksiske effekter – read-across fra D4) 130 (lunge/levereffekter)	Dokumentationen bag fastsættelse af LCI-værdien kan ikke findes. Derfor anvendes DNEL-værdier fastsat i Miljøstyrelsesprojekt om siloxaner i 2020, da det er en nyere vurdering.	ECHA Registreringsdossier Greve et al., 2014 ECHA Registreringsdossier AgBB, 2018 Joint Research Centre, 2013 Larsen et al., 2020
Toluen	108-88-3	Flam. Liq. 2, H225 Skin Irrit. 2, H315 Asp. Tox. 1, H304 STOT SE 3, H336 STOT RE 2, H373 Repr. 2, H361d	2900 GV: 94.000 (DK)	<u>Akut:</u> 226.000 (lungeirritation) <u>Kronisk:</u> 2900 (neurotoksicitet – farvesyn)	Der vælges EU-LCI-værdien, da det er den laveste værdi.	ECHA Registreringsdossier EU-LCI, 2018 EU-LCI, 2012b Larsen et al., 2016
α-Pinene	80-56-8	Acute Tox. 4, H302 (108) Asp. Tox. 1, H304 (1435) Skin Sens. 1, H317 (1241) Skin Irrit. 2, H315 (1607) Acute Tox. 2, H300 (22) Acute Tox. 2, H310 (22)	2500	<u>Akut:</u> <i>Ingen</i> <u>Kronisk:</u> 2500 (påvirkning af blære) 674 (effekt på fertiliteten)	Selvom der er fastsat en EU-LCI-værdi, vælges den lavere DNEL-værdi fra registreringsdossier.	EU-LCI, 2012a ECHA Registreringsdossier

Stofnavn	CAS nr.	Klassificering ³³ (sundhed)	EU-LCI-værdi (AgBB LCI-værdi) GV i arbejdsmiljøet (µg/m ³)	DNEL for inhalation (µg/m ³) (kritisk effekt)	Kommentar	Reference
Formaldehyd	50-00-0	Acute Tox. 3, H301 Acute Tox. 3, H311 Skin Corr. 1B, H314 Skin Sens. 1, H317 Acute Tox. 3, H331 Muta. 2, H341 Carc. 1B, H350	100 GV: 400 (DK)	<u>Akut:</u> 100 (øjen- og luftvejsirritation) <u>Kronisk:</u> 50 (forstadie til tumorer (kræft))	Der vælges den lidt lavere DNEL-værdi, som fastsat af RAC i dokumentudkast modtaget fra MST. Er baseret på ekstra usikkerhedsfaktorer i forhold til ved fastsættelse af EU-LCI-værdien.	EU-LCI, 2018 EU-LCI, 2016 RAC ³⁷ ifølge MST
Phenol	108-95-2	Acute Tox. 3, H301 Acute Tox. 3, H311 Skin Corr. 1B, H314 Acute Tox. 3, H331 Muta. 2, H341 STOT RE 2, H373	70 GV: 4.000 (DK)	<u>Akut:</u> <i>Ingen</i> <u>Kronisk:</u> 1320 (irritation af luftveje) 100 (effekter i luftveje) 70 (effekt ikke kendt)	Der vælges EU-LCI-værdien, da det er den laveste værdi. Dokumentationen bag fastsættelse af LCI-værdien kan ikke findes. I MST-rapport (Lassen et al., 2018) er der beregnet en DNEL på 100 baseret på samme værdier som anvendt i registreringsdossier.	ECHA registreringsdossier ECHA registreringsdossier Lassen et al., 2018 (SCOEL, 2003) EU-LCI, 2018

³⁷ Der er fra Miljøstyrelsen modtaget et udkast til en igangværende vurdering af formaldehyd, og formaldehyd releaser af RAC og SEAC. Der er angivet den DNEL-værdi, som RAC foreslår her. RAC foreslår tilføjelse af ekstra sikkerhedsfaktorer.

13.2 Sammenlignelige virkningsmekanismer for de udvalgte stoffer

I eksponerings- og risikovurderingen tages der højde for, hvis nogle af stofferne har sammenlignelige virkningsmekanismer. Denne vurdering baseres på de kritiske effekter angivet i TABEL 28.

For D4 og D6 gælder, at for den laveste DNEL-værdi, der er udvalgt (markeret med fed), er den kritiske effekt lungeeffekter, som er identificeret for begge stoffer (Larsen et al., 2020). For D5 gælder imidlertid, at DNEL-værdien for effekter på lungerne ikke er den laveste værdi. For den laveste DNEL-værdi for D5 er den kritiske effekt livmodertumorer. D4, D5 og D6 minder meget om hinanden i struktur og har sammenlignelige effekter (lungeskader ved langvarig eksponering) ifølge Miljøstyrelsens projekt om fastsættelse af kvalitetskriterier for siloxaner (Greve et al., 2014) og Miljøstyrelsens igangværende projekt om siloxaner i kosmetik (Larsen et al., 2020). Eksponeringen for siloxanerne lægges derfor sammen i eksponerings- og risikovurderingen, når der anvendes DNEL-værdierne for denne effekt (effekter på lungerne). For D5, hvor der eksisterer en lavere DNEL-værdi for en anden effekt (livmodertumorer) anvendes der derfor begge DNEL-værdier markeret med fed i TABEL 28.

For dimethylformamid (DMF) gælder, at den kritiske effekt for den anvendte DNEL-værdi er slimhindeirritation, som beskrevet i Klinke et al. (2018).

Phenol og 2-ethyl-1-hexanol har begge irritation angivet som den kritiske effekt, dog er den kritiske effekt ukendt for den valgte DNEL-værdi for phenol, men er sandsynligvis luftvejsirritation, som er angivet for de andre beskrevne DNEL-værdier, da denne værdi også er baseret på en LCI-værdi. Ifølge baggrundsdokumentet for 2-ethyl-1-hexanol er den kritiske effekt øjenirritation for den valgte DNEL-værdi for dette stof. Derfor behandles disse stoffer hver for sig i eksponerings- og risikovurderingen.

For de resterende stoffer (toluen, alpha-pinen og formaldehyd) er der tale om forskellige kritiske effekter for stofferne, hvorfor disse stoffer behandles for sig i eksponerings- og risikovurderingen.

14. Metode til eksponerings- og risikovurdering

I dette afsnit beskrives de anvendte metoder til beregning af hhv. eksponeringen for de forskellige eksponeringsscenarier samt til beregning af risikoen.

14.1 Metode til beregning af eksponering

Som beskrevet i kapitel 11 "Eksponeringsscenarier" (TABEL 23) er der opstillet eksponeringsscenarier for forskellige grupper af forbrugere, samt hvilke produkter de som worst-case eksponeres for. Disse eksponeringsscenarier baserer sig på to forskellige metoder til beregning af eksponeringen:

- Eksponering i indåndingszonen ved søvn
- Eksponering fra afgassede stoffer fra produkterne, der fordeler sig i det rum, som forbrugeren opholder sig i eller sover i

14.1.1 Metode til beregning af eksponering i indåndingszonen

Ved emissionsanalyserne for PUR-skumprodukterne er der som udgangspunkt udskåret prøver af PUR-skumprodukterne på ca. 10 x 10 cm og ca. 15 x 15 cm, hvis der var tale om produkter med en tykkelse på 5 cm eller derunder (se kapitel 8 "Emissionsanalyser"). Disse afskårne produkter blev lagt i et klimakammer på 119 liter, som umiddelbart kan simulere indåndingszonen for en baby (0 år).

Klimakamrene, der har været anvendt til analyserne i dette projekt, har haft et luftskifte på 0,5 per time. Dette luftskifte er angivet som standardværdi for luftskifte i både EuroPUR og CertiPUR-US. Det anvendte luftskifte på 0,5 per time svarer nogenlunde til standardluftskiftet på 0,6 per time som angivet i REACH vejledningsdokumentet for forbrugereksponeering (ECHA, 2016) og luftskiftet for soveværelser med lukket vindue på 0,6 per time (varierer mellem 0,3-0,9 per time) ifølge RIVM (2014).

Den målte koncentration ved klimakammeranalyserne kan således direkte bruges som et mål for eksponeringen i indåndingszonen, hvor der er et luftskifte svarende til standardluftskifte for et rum med lukkede vinduer.

Den målte koncentration er for den størrelse produkt, der blev skåret ud til analyserne (en klods på ca. 10 x 10 cm x højden af produktet), og ikke for hele produktet. Af denne årsag blev det i samarbejde med Miljøstyrelsen besluttet, at som worst-case for eksponeringen i indåndingszonen skal der anvendes en klods på 40 x 40 cm x højden af produktet, som antages at være det overfladeareal af produktet, der er i umiddelbar nærhed af indåndingszonen for en baby.

Emissionen er målt for den udskårne klods på ca. 10 x 10 cm x højden, men de opgivne analyseresultater er omregnet og angivet for en standard "loading factor" på 0,4 m²/m³ for alle produkter, så analyseresultaterne er sammenlignelige på tværs af produkterne. Den såkaldte "loading factor" er som beskrevet i kapitel 8.1 "Procedure til prøveforberedelse" defineret som forholdet mellem overfladearealet af prøven og størrelsen på de anvendte klimakamre. Det er derfor nødvendigt at beregne overfladearealet (for fem sider, dvs. fratrukket den ene side, som produktet ligger på) for det enkelte produkt og sammenholde det med størrelsen på klimakammeret for at få den aktuelle "loading factor" for produktet. Produktets aktuelle "loading factor"

skal så korrigeres med den anvendte standard "loading factor" på 0,4 m²/m³, som alle analyse-data er omregnet til. For babyhovedpuderne gælder dog det specielle, at de er lagt hele ind i klimakammeret, og der anvendes her den aktuelt angivne loading factor.

Beregningen kan således opstilles på følgende måde:

$$C_{Omkring\ hoved} = C_{m\ddot{a}lt} \times \frac{LF_{Produktet}}{LF_{Standard}}$$

hvor

$C_{Omkring\ hoved}$	er den beregnede koncentration lige omkring hovedet	målt i $\mu\text{g}/\text{m}^3$
$C_{m\ddot{a}lt}$	er den målte koncentration i klimakammeret	målt i $\mu\text{g}/\text{m}^3$
$LF_{Produktet}$	er den beregnede "loading factor" for produktet, når der anvendes en øvre overflade på 40 cm x 40 cm x den aktuelle højde af produktet og et klimakammer på 0,119 m ³	målt i m ² /m ³
$LF_{Standard}$	er den standard "loading factor" som analysedata er opgivet for (0,4 m ² /m ³)	målt i m ² /m ³

De afgassede koncentrationer af de udvalgte stoffer kan beregnes for hvert af de 20 indkøbte produkter. For de beskrevne eksponeringsscenarier lægges de afgassede koncentrationer af stoffer fra flere produkter samtidigt (babyhovedpude, babymadras og sengerand) sammen og udgør den samlede koncentration i indåndingszonen. Den afgassede koncentration er angivet i μg stof per m³ og kan således direkte sammenlignes med DNEL-værdien, som også er angivet i $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

14.1.2 Metode til beregning af eksponering i opholdsrum

Et mere realistisk scenarie vil være at beregne eksponeringen for afgangningen fra produktet, der har fordelt sig i hele opholdsrummet. Her beregnes eksponeringen baseret på de målte koncentrationer i klimakammeret, og det er væsentligt at fremhæve, at de målte koncentrationer i klimakammeret er baseret på afgangning af stoffer fra prøven på ca. 10 x 10 cm x højden af produktet til et 119 liters kammer.

Når der skal beregnes den reelle afgangning fra et helt produkt, er det således nødvendigt at skalere op for den reelle afgassede mængde for hele produktets størrelse. Denne opskalering foretages ved at anvende forholdet mellem det samlede overfladeareal af den opskårne klods, der er målt emission på, og det samlede overfladeareal (for fem sider) af hele produktet. Dette er under antagelse af, at afgangningen sker fra overfladerne og kun fra fem overflader, da produktet ligger på den sjette og sidste overflade.

Ved opskaleringen benyttes samtidigt den viden, at de opgivne analyseresultater er angivet for en standard "loading factor" på 0,4 m²/m³ for alle produkter. I praksis er analyserne foretaget på den afskårne klods, men resultaterne af afgangningen er omregnet til denne standard "loading factor", hvorved analyseresultaterne er sammenlignelige på tværs af produkterne. Med et volumen af klimakammeret på 119 liter (0,119 m³), betyder det, at emissionen for alle produkter er beregnet for et overfladeareal på 0,4 m²/m³ x 0,119 m³ svarende til 0,048 m². For at opskalere til det specifikke produkts samlede overfladeareal udregnes overfladearealet for fem af fladerne (fraregnet den flade som produktet ligger på).

Idet det største produkt er en voksenmadras på 90 x 200 x 20 cm, og det mindste produkt er en babyhovedpude med målene 26 x 20,5 x 2,5 cm formet som en rund ring (en oval med et hul i midten), bliver den største og mindste opskalingsværdi således en faktor 62,1 og 2,1.

Derudover vil den afgassede mængde ikke fordele sig på kun 119 liter, men i hele rummets størrelse, dvs. enten soveværelse, børneværelse eller stue, som angivet i eksponeringsscenerierne. Der vil således ske en fortynding af den afgassede mængde svarende til forholdet mellem klimakammeret og rummet størrelse. Dvs. i praksis en fortynding på henholdsvis en faktor $0,119 \text{ m}^3 / 21 \text{ m}^3$ (værelse) og $0,119 \text{ m}^3 / 58 \text{ m}^3$ (stue), dvs. en faktor 0,0057 eller 0,0021 (svarende til en fortynding enten 176,5 eller 487,4 gange).

Beregningen kan således opstilles på følgende måde:

$$C_{rum} = C_{m\ddot{a}lt} \times \frac{TOA_{Produkt}}{TOA_{m\ddot{a}lte\ klods}} \times \frac{V_{klimakammer}}{V_{Rum}}$$

hvor

C_{rum}	er den beregnede koncentration i rummet	m\ddot{a}lt i $\mu\text{g}/\text{m}^3$
$C_{m\ddot{a}lt}$	er den m\ddot{a}lte koncentration i klimakammeret	m\ddot{a}lt i $\mu\text{g}/\text{m}^3$
$TOA_{produkt}$	er det totale overfladeareal af det intakte produkt (for fem sider af produktet – fratrukket fladen produktet ligger p\ddot{a})	m\ddot{a}lt i cm^2
$TOA_{m\ddot{a}lte\ klods}$	er det totale overfladeareal af den m\ddot{a}lte klods i klimakammeret (dvs. $0,048 \text{ m}^2$ som standard)	m\ddot{a}lt i cm^2
$V_{klimakammer}$	er volumen af klimakammeret (dvs. $0,119 \text{ m}^3$)	m\ddot{a}lt i m^3
V_{rum}	er volumen af rummets størrelse i eksponeringssceneriet	m\ddot{a}lt i m^3

I praksis sker der s\dd{a}ledes maksimalt en opskalering af koncentrationen med en faktor 62,1 og samtidigt en fortynding med en faktor p\dd{a} minimum 176,5 pga. rumst\dd{o}rrelsen, dvs. ved dette eksponeringsscenerie vil den m\dd{a}lte koncentration i klimakammeret som minimum blive fortyndet med en faktor 2,8. Det betyder, at eksponeringssceneriet med direkte anvendelse af den m\dd{a}lte koncentration i klimakammeret som et m\dd{a}l for ind\dd{a}ndingszonen vil v\dd{a}re en h\dd{o}jere eksponering end denne eksponeringsberegning, hvor koncentrationen fordeler sig i et helt rum.

Opskaleringen af den afgassede m\dd{a}ngde (via arealet af hele produktet i forhold til den m\dd{a}lte klods) og fortynding af den afgassede m\dd{a}ngde (til hele rummet) vil selvf\dd{o}lgelig afh\dd{a}nge af produktets størrelse og rummets størrelse ved de forskellige eksponeringsscenerier.

I mange af eksponeringsscenerierne er der tale om flere produkter i samme rum. I dette tilf\dd{e}lde l\dd{a}gges koncentrationen af samme stof (eller stoffer med samme virkningsmekanisme) sammen og angiver den samlede koncentration i rummet for stoffet (eller stoffer med samme virkningsmekanisme).

14.2 Metode til beregning af risikoen

N\dd{a}r risikoen (Risk Characterisation Ratio, ogs\dd{a} kaldet RCR-v\dd{a}rdien) skal beregnes, s\dd{a}ttes den beregnede eksponering i forhold til den fastsatte DNEL-v\dd{a}rdi, dvs. den v\dd{a}rdi der ikke anses for at udg\dd{o}re en sundhedsm\dd{a}ssig effekt.

$$RCR = \frac{\text{Eksponering } (\mu\text{g}/\text{m}^3)}{\text{DNEL } (\mu\text{g}/\text{m}^3)}$$

RCR-v\dd{a}rdier over 1 betyder, at eksponeringen overstiger DNEL-v\dd{a}rdien, hvilket er ensbetydende med, at beskyttelsesniveauet for forbrugeren er for lavt, og der dermed kan v\dd{a}re tale om en sundhedsm\dd{a}ssig risiko.

Ved beregning af den samlede risiko kan de beregnede RCR-værdier lægges sammen. Dvs. RCR-værdier beregnet for det samme stof for to forskellige produkter kan direkte lægges sammen for at give et udtryk for den samlede risiko for eksponering for begge (eller alle) produkter. På tilsvarende vis kan RCR-værdier for samme virkningsmekanisme lægges sammen. I dette tilfælde vil det udelukkende være RCR-værdierne beregnet for D4, D5 og D6, der kan lægges sammen.

DNEL-værdierne repræsenterer den koncentration, som forbrugere (voksne såvel som børn) kan indånde dagligt i en længere periode uden, at der vil forekomme sundhedsmæssige effekter. De fleste anvendte DNEL-værdier er baseret på LCI-værdier, der er udledt, så de også er sikre for både børn og voksne, selv ved en livslang udsættelse for stofferne fra et produkt (EC, 2013). Der anvendes derfor de samme DNEL-værdier i alle scenarier, uanset om der er tale om børn eller voksne.

Ved beregning af eksponeringsscenerierne i dette projekt forekommer der ikke samme eksponering i alle 24 timer i døgnet. F.eks. er det antaget at babyer (og de voksne) opholder sig i soveværelset, når de sover, og i stuen i hovedparten af de resterende vågne timer af døgnet (worst-case situationen er her en weekend-dag eller en dag hjemme på barsel med en baby). Derfor skal DNEL-værdien for en 24 timers eksponering omregnes til det antal timer, hvor eksponeringen sker. F.eks. vil 18 timers sovetid for en baby betyde, at DNEL-værdien vil blive en faktor 24 timer / 18 timer højere.

RCR-værdien udregnes for både vågen tid og sovetid som angivet ved nedenstående formel, hvor vågen tid (v) og sovetid (z) i alt giver 24 timer ($v + z = 24$ timer).

$$RCR = RCR_v + RCR_z = \frac{\text{Eksponering i } V \text{ timer } (\mu\text{g}/\text{m}^3)}{DNEL (\mu\text{g}/\text{m}^3) \times \frac{24 \text{ timer}}{V \text{ timer}}} + \frac{\text{Eksponering i } Z \text{ timer } (\mu\text{g}/\text{m}^3)}{DNEL (\mu\text{g}/\text{m}^3) \times \frac{24 \text{ timer}}{Z \text{ timer}}}$$

14.3 Trinvis tilgang til beregningen af risikoen

Der er i dette projekt indledningsvist beregnet risikoen for hvert enkelt produkt, hvis en person (baby, barn eller voksen) var eksponeret for kun dette ene indkøbte produkt i indåndingszonen i 18 af døgnets 24 timer. De 18 timer er valgt som worst-case, da babyer antages at sove i 18 timer i døgnet. Dette gælder uanset om der er tale om produkter til babyer eller ej. Herefter er de beskrevne eksponeringsscenerier fra kapitel 11 (med udsættelse for flere produkter på samme tid) beregnet.

Der forekommer i dette projekt en stor mængde af data, og der er lagt op til at foretage eksponeringsberegninger for:

- Flere grupper af forbrugere,
- der er udsat for flere forskellige produkter,
- i forskellige størrelser af rum i boligen eller i indåndingszonen,
- på to forskellige tidspunkter (målt efter 1 time og efter 3 døgn),
- og udsat for ni forskellige stoffer,
- hvoraf nogle af stofferne har samme virkningsmekanisme (eksponeringen skal lægges sammen).

Det betyder, at der er en stor mængde af data og dermed RCR-værdier, der kan beregnes, hvilket kan resultere i en stor uoverskuelig mængde af data. Derfor er der bevidst valgt den tilgang, at der måles på absolutte worst-case situationer først for alle stoffer med samme virkningsmekanisme, og kun hvis der er tale om RCR-værdier over 1, dvs. kun hvis der er tale om en potentiel sundhedsrisiko, vil beregningerne blive forfinet via nye mere realistiske eksponeringsberegninger og risikovurderinger.

Generelt for de ni udvalgte stoffer gælder, at koncentrationen målt efter 1 time ligger højere end koncentrationen målt efter 3 døgn – dog er der nogle få undtagelser, især for værdier i de lave niveauer. Derfor foretages følgende trin i eksponerings- og risikovurderingerne for hver af de ni stoffer (og for D4, D5 og D6 lagt sammen), men hvor der kun gås videre til næste trin, hvis RCR er større end 1:

1. Eksponering i indåndingszone for flest produkter, dvs. baby, der eksponeres for baby-madræs, babyhovedpude og sengerand i indåndingszonen.
 - Der regnes på højest målte koncentration for stoffet efter 1 time (eller 3 døgn, hvis denne er højest), uanset om det er målt i disse typer af produkter eller ej. Dvs. i praksis ganges højest målte koncentration med tre for de tre produkter.
 - Det antages, at denne eksponering er gældende i hele døgnets 24 timer.
2. Eksponering i indåndingszone for flest produkter, dvs. baby der eksponeres for baby-madræs, babyhovedpude og sengerand i indåndingszonen under søvn (18 timer) og for tumlemadræs i indåndingszonen i stuen i vågen tid (3 timer).
 - Der regnes på de faktisk målte koncentrationer efter 1 time (og 3 døgn) for de nævnte typer af produkter.
 - Der anvendes de højeste målte koncentrationer for de udvalgte produkter. Dvs. højeste målte koncentration for stofferne for hhv. en baby-madræs, en babyhovedpude og en sengerand.
3. Eksponering fordelt i hele rummet i hhv. soveværelse (sovetid: 18 timer) og stue (vågen tid: 3 timer) for flere produkter på samme tid for en baby.
 - Der regnes på de faktisk målte koncentrationer efter 1 time (og 3 døgn) på de nævnte typer af produkter.
4. Eksponering fordelt i hele rummet i teenageværelse (sovetid og vågen tid: i alt 18 timer) for flere produkter på samme tid for en teenager.
 - Der regnes på de faktisk målte koncentrationer efter 1 time (og 3 døgn) på de nævnte typer af produkter.

Det første scenarie antages for at være ekstremt worst-case – og anses ikke for at være specielt realistisk, men beregnes for at kunne frasortere stoffer i de videre beregninger, som ikke vurderes at udgøre en sundhedsmæssig risiko. Hvis der ikke er en risiko i det ekstreme worst-case scenarie, antages stofferne ikke at kunne udgøre en sundhedsmæssig risiko i de andre scenarier.

Som beskrevet tidligere tillægges der ikke eksponering fra de udvalgte stoffer fra andre kilder også, da disse ikke umiddelbart er sammenlignelige (målt) under tilsvarende forhold, men der skal tages højde for eksponeringen af stofferne fra andre kilder i den efterfølgende diskussion af resultaterne.

15. Eksponerings- og risikovurdering

I dette kapitel foretages der både eksponeringsberegninger og en risikovurdering. Eksponeringsberegningerne er beregninger af, hvilken eksponering (dosis) forbrugerne er udsat for ved anvendelse af de undersøgte PUR-skumprodukter. I risikovurderingen foretages en vurdering af, om de beregnede eksponeringer kan udgøre en sundhedsmæssig risiko ved at sammenholde dem med de fastsatte DNEL-værdier fra kapitel 13, dvs. de niveauer, der ikke forårsager en sundhedsmæssig effekt. Beregningerne er foretaget baseret på metoden beskrevet i kapitel 14.

Som beskrevet i kapitel 14 benyttes der en trinvis tilgang til beregning af risikoen. Indledningsvist foretages en beregning for eksponering i indåndingszonen for hvert enkelt af de 20 indkøbte produkter. For de beskrevne eksponeringsscenarier med udsættelse for flere PUR-skumprodukter på én gang beregnes først et ekstremt worst-case scenarie med flere produkter i indåndingszonen, inden der tages stilling til beregninger af andre mere realistiske scenarier. Hvis der er stoffer, der viser sig ikke at udgøre en risiko ved denne ekstreme worst-case situation, vurderes stofferne derfor ikke at kunne udgøre en sundhedsmæssig risiko i mere realistiske worst-case scenarier og vil derfor ikke blive vurderet yderligere.

15.1 Eksponering i indåndingszonen for de enkelte produkter

Indledningsvist er der beregnet RCR-værdier for de ni udvalgte stoffer for hvert enkelt af de 20 indkøbte PUR-skumprodukter for at give et overblik over risikoen for de enkelte indkøbte produkter. Beregningerne er baseret på følgende forudsætninger:

- Eksponering i indåndingszonen, da dette teoretisk set skulle udgøre den største risiko (den målte koncentration anvendes direkte og bliver ikke fortyndet ud i et større lokale).
- Der antages en eksponeringstid på 18 timer, svarende til worst-case sovetid for en baby. Denne eksponeringstid anvendes for alle 20 produkter uanset om de henvender sig til en baby eller større børn og voksne, der enten sover mindre eller anvender produkterne i kortere tid i forhold til en baby.
- Der foretages beregninger baseret på et stykke på 40 x 40 cm x højden af produktet, som er den del af produkter, der antages at afgasse direkte i indåndingszonen.

Data, der ligger til grund for beregningerne er angivet i Bilag 5 "Beregning af eksponering og risiko". I TABEL 29 nedenfor er udelukkende angivet de beregnede RCR-værdier for henholdsvis 1 time og 3 døgn (er angivet i parentes). RCR-værdier angivet med en streg ("-") betyder, at stoffet ikke har afgasset fra det pågældende produkt over detektionsgrænsen. Er der blot angivet en enkelt streg for produktet betyder det, at der ikke er målt en afgasning af stoffet hverken efter 1 time eller efter 3 døgn. Nederste række i skemaet angiver antallet af produkter i alt ud af 20, som afgasser det pågældende stof. Som det ses, er det kun stoffet α -pinen, der afgasser fra alle 20 produkter efter 1 time, men i små koncentrationer. D5, D6, toluen og formaldehyd afgasser fra størstedelen af produkterne (mellem 11 og 16 produkter) efter 1 time, hvorimod stofferne DMF, D4, 2-ethyl-1-hexanol og phenol kun afgasser fra mellem 6 og 8 af de 20 indkøbte produkter. Efter 3 døgn er det generelle billede, at stofferne afgasser fra færre produkter. Blandt andet ses der ingen afgasning af D4 efter 3 døgn over detektionsgrænsen, og D5, toluen og α -pinen afgasser fra langt færre produkter i alt efter de 3 døgn.

TABEL 29. Beregnede RCR-værdier for de 20 indkøbte PUR-skumprodukter og for de ni udvalgte stoffer efter 1 time. Tallene i parentes er RCR-værdier for afgasningen efter 3 døgn. Beregningerne er baseret på 18 timers eksponering.

Produkt	DMF	D4	D5*	D6	Sum D4+D5+D6*	2-ethyl-1-hexanol	Toluen	alpha-pinen	Formaldehyd	Phenol
N-EU 2**	0,28 (0,26)	-	0,004 (0,001)	0,22 (0,15)	0,23 (0,15)	- (0,01)	0,02 (-)	0,01 (-)	0,26 (0,17)	- (0,04)
N-EU 3	106,4 (27,7)	0,85 (-)	0,14 (-)	1,75 (0,27)	2,71 (0,27)	-	0,03 (-)	0,06 (-)	0,49 (-)	-
N-EU 4	-	0,32 (-)	0,19 (-)	2,05 (1,07)	2,52 (1,07)	-	0,004 (-)	0,06 (-)	0,78 (0,38)	-
N-EU 5	-	-	0,004 (-)	0,41 (0,12)	0,41 (0,12)	-	0,04 (-)	0,02 (-)	0,31 (-)	-
N-EU 6	-	-	0,004 (-)	0,08 (-)	0,08 (-)	- (0,15)	0,004 (-)	0,02 (-)	0,76 (0,42)	0,22 (0,15)
EU 1	0,12 (-)	-	-	-	-	0,04 (0,03)	0,001 (-)	0,01 (-)	0,06 (-)	0,15 (0,15)
EU 2	-	0,13 (-)	0,04 (0,004)	0,57 (0,26)	0,73 (0,26)	-	0,01 (-)	0,03 (-)	-	- (0,81)
EU 3	0,42 (0,28)	-	0,004 (-)	0,11 (0,07)	0,12 (0,07)	0,95 (0,61)	-	0,02 (-)	-	0,25 (0,24)
EU 4	-	-	-	-	-	0,04 (0,03)	0,003 (-)	0,02 (-)	0,98 (0,56)	-
EU 5	-	0,05 (-)	0,02 (-)	-	0,07 (-)	-	0,01 (-)	0,07 (-)	0,51 (-)	0,46 (0,28)
DK 1	-	0,08 (-)	0,06 (-)	0,56 (0,12)	0,69 (0,12)	0,08 (-)	0,01 (-)	0,28 (-)	-	-
DK 2	-	-	0,01 (-)	-	0,01 (-)	0,05 (-)	-	0,02 (-)	0,50 (0,47)	0,11 (-)
DK 3	-	-	0,003 (-)	-	0,002 (-)	0,04 (0,02)	0,003 (-)	0,02 (-)	0,39 (0,33)	-
DK 4	-	-	0,04 (-)	1,47 (0,45)	1,50 (0,45)	-	0,01 (-)	0,04 (-)	0,48 (0,38)	-
DK 5	-	-	0,01 (-)	-	0,01 (-)	0,04 (-)	0,01 (-)	0,07 (-)	-	-
DK 6	-	-	-	-	-	-	0,003 (-)	0,19 (0,03)	-	-
DK 7	-	-	0,003 (-)	-	0,003 (-)	-	0,01 (-)	0,04 (-)	0,41 (0,29)	-
DK 8	0,37 (-)	-	0,01 (-)	0,75 (0,43)	0,76 (0,43)	-	0,04 (-)	0,07 (-)	0,34 (-)	-
DK 9	-	0,33 (-)	0,18 (0,004)	3,29 (1,82)	3,77 (1,82)	- (0,04)	- (0,02)	0,06 (-)	-	0,84 (0,91)
DK 10	0,17 (-)	-	-	-	-	0,06 (0,04)	-	0,03 (-)	1,39 (0,65)	-

Produkt	DMF	D4	D5*	D6	Sum D4+D5+D6*	2-ethyl-1-hexanol	Toluen	alpha-pinen	Formaldehyd	Phenol
Antal pr. med afgasning	6 (3)	6 (0)	16 (3)	11 (10)	16 (10)	8 (8)	16 (1)	20 (1)	14 (9)	6 (7)

* For D5 gælder, at der i kolonnen "D5" er anvendt den laveste DNEL-værdi på 4,3 µg/m³, hvorimod der i beregningerne for summen af siloxanerne, dvs. i kolonne "D4+D5+D6" er anvendt den højere DNEL-værdi på 5,3 µg/m³, hvor effekten er den samme for alle siloxanerne.

** Det skal bemærkes, at nummereringen af N-EU-produkterne starter ved N-EU 2, idet det indkøbte produkt N-EU 1 ved undersøgelse ved FT-IR viste sig ikke at bestå af PUR-skum. Dette produkt blev derfor ikke analyseret.

Det ses af TABEL 29, at generelt er der tale om lave RCR-værdier, der ligger under 1 for de ni stoffer og for mange af de 20 analyserede produkter, men der er nogle produkter og nogle stoffer, hvor de beregnede RCR-værdier ligger over 1 ved måletidspunktet efter 1 time (og i enkelte tilfælde også efter 3 døgn), og dermed kan udgøre en sundhedsrisiko under de anvendte betingelser for beregningerne. Disse produkter er:

- Babymadrassen N-EU 3 for DMF og for D6, og dermed også summen af D4, D5 og D6 (efter 3 døgn er der stadig en sundhedsrisiko for DMF, men ikke for D6)
- Foldemadrassen N-EU 4 for D6 og dermed også summen af D4, D5 og D6 (gælder både for 1 time og 3 døgn)
- Babymadrassen DK 4 for D6 og dermed også summen af D4, D5 og D6 (ingen risiko efter 3 døgn)
- Voksenmadrassen DK 9 for D5 og D6 og dermed også summen af D4, D5 og D6 (gælder både for 1 time og 3 døgn)
- Babymadrassen DK 10 for formaldehyd (ingen risiko efter 3 døgn)

Da ovenstående fem produkter har RCR-værdier over 1 udregnes RCR-værdier for mere realistiske scenarier, dvs. der for voksenmadrasserne anvendes søvntiden for voksne på 9 timer, og at der for babyprodukterne anvendes en søvntid på 12 timer, dvs. det her antages, at sovetiden om dagen foregår et andet sted, f.eks. i en barnevogn eller på et tæppe i stuen.

TABEL 30. Beregnede RCR-værdier for de 20 indkøbte PUR-skumprodukter og for de ni udvalgte stoffer efter 1 time. Tallene i parentes er RCR-værdier for afgasningen efter 3 døgn. Beregningerne er baseret på hhv. 12 timers eksponering for babyprodukter og 9 timers eksponering for voksenprodukter.

Produkt	DMF	D4	D5*	D6	Sum D4+D5+D6*	2-ethyl-1-hexanol	Toluen	alpha-pinen	Formaldehyd	Phenol
N-EU 3	70,9 (18,4)	0,57 (-)	0,10 (-)	1,16 (0,18)	1,81 (0,18)	-	0,02 (-)	0,04 (-)	0,33 (-)	-
N-EU 4	-	0,16 (-)	0,10 (-)	1,02 (0,54)	1,26 (0,54)	-	0,002 (-)	0,03 (-)	0,39 (0,19)	-
DK 4	-	-	0,03 (-)	0,98 (0,30)	1,00 (0,30)	-	0,004 (-)	0,02 (-)	0,32 (0,25)	-
DK 9	-	0,16 (-)	0,09 (0,002)	1,64 (0,91)	1,88 (0,91)	- (0,02)	- (0,01)	0,03 (-)	-	0,42 (0,46)
DK 10	0,11 (-)	-	-	-	-	0,04 (0,03)	-	0,02 (-)	0,93 (0,43)	-

* For D5 gælder, at der i kolonnen "D5" er anvendt den laveste DNEL-værdi på $4,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, hvorimod der i beregningerne for summen af siloxanerne, dvs. i kolonne "D4+D5+D6" er anvendt den højere DNEL-værdi på $5,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, hvor effekten er den samme for alle siloxanerne.

Det ses af TABEL 30, at der stadig er nogle af produkterne, der har en beregnet RCR-værdi over 1. For summen af siloxanerne gælder imidlertid, at RCR-værdien i de fleste tilfælde kun lige er over 1. Det betyder, at følgende produkter dermed kan udgøre en sundhedsrisiko under de anvendte betingelser for beregningerne:

- Babymadrassen N-EU 3 for DMF og for D6, og dermed også summen af D4, D5 og D6 (efter 3 døgn er der stadig en sundhedsrisiko for DMF, men ikke for D6)
- Foldemadrassen N-EU 4 for D6 og dermed også summen af D4, D5 og D6 (men ingen risiko efter 3 døgn)
- Babymadrassen DK 4 for D6 og dermed også summen af D4, D5 og D6 (men ingen risiko efter 3 døgn)
- Voksenmadrassen DK 9 for D5 og D6 og dermed også summen af D4, D5 og D6 (men ingen risiko efter 3 døgn)

For babymadrassen N-EU 3 er de beregnede RCR-værdier for DMF i indåndingszonen på 106 og 28 efter hhv. 1 time og 3 døgn. Dette betyder, at en baby, der sover 18 timer i døgnet på denne babymadrass, lige efter madrassen er pakket ud, er i risiko for at få sundhedsmæssige effekter i form af slimhindeirritation, da dette er den kritiske effekt for DMF. Det ses, at RCR-værdien falder væsentligt efter de 3 døgn, men er stadig langt over 1. Selv med mere realistiske brugstider af madrassen på 12 timer, dvs. hvor det antages, at denne kun anvendes om natten, og at babyen sover andre steder i løbet af dagen, er RCR-værdierne stadig langt over 1 (på 71 og 18 efter hhv. 1 time og 3 døgn). Da der i dette projekt ikke er foretaget analyser af afgangningen efter de 3 døgn, er det ikke muligt at udtale sig om, hvor længe afgangningen af DMF er høj nok til at give slimhindeirritation. Dette produkt har imidlertid en ekstrem høj afgangning af DMF i forhold til de andre produkter, der afgasser DMF, så umiddelbart er der ikke tale om et generelt problem fra PUR-skumprodukter. 14 af 20 produkter afgasser slet ikke DMF og for de andre fem produkter, der afgasser DMF, er afgangningen så lav, at den ikke vil udgøre et sundhedsmæssigt problem for en baby (person), der sover 18 timer på produktet.

For foldemadrassen N-EU 4 og voksenmadrassen DK 9 gælder, at den beregnede RCR-værdi for D6, og dermed også summen af D4, D5 og D6 (siloxanerne) ligger over 1 (mellem 2,1 og 3,3 og summen på hhv. 2,5 og 3,8) efter 1 time. RCR-værdierne for D6 og dermed også RCR-værdierne for summen af D4, D5 og D6 ligger også over 1 (på hhv. 1,1 og 1,8) efter 3 døgn. Dette betyder, at en baby, der sover 18 timer i døgnet på disse madrasser, lige efter de er pakket ud, er i risiko for at få sundhedsmæssige effekter i form af lungeeffekter, da dette er den kritiske effekt for siloxanerne. Da der i dette projekt ikke er foretaget analyser af afgangningen efter de 3 døgn, er det ikke muligt at udtale sig om, hvor længe afgangningen af siloxanerne er høj nok til at give lungeeffekter. For begge produkter gælder imidlertid, at afgangningen er aftagende over tid. Ved brug af mere realistiske brugstider af madrasserne på 9 timer for voksne, er RCR-værdierne stadig over 1 efter 1 time for de to produkter (hhv. 1,3 og 1,9), men er under 1 efter 3 døgn. For voksne, der sover i den halve tid i forhold til en baby, vil der derfor ikke være tale om sundhedsmæssige effekter efter de 3 døgn.

For babymadrasserne N-EU 3 og DK 4 gælder, at den beregnede RCR-værdi for D6 og dermed summen af siloxanerne ligger over 1 (summen for siloxanerne ligger på mellem 1,5 og 2,7) efter 1 time. Afgasningen af siloxanerne for disse produkter er imidlertid faldet væsentligt allerede efter 3 døgn, således at den beregnede RCR-værdi for summen af siloxanerne maksimalt ligger på 0,5 efter de 3 døgn. Da der ved beregningerne er antaget, at den målte koncentration efter 1 time er konstant i 18 timer, vurderes disse stoffer derfor ikke at udgøre et sundhedsmæssigt problem, da koncentrationen forventes at være faldet væsentligt hen over de 18 timer – hvor meget vides dog ikke, da der kun er foretaget analyser ved hhv. 1 time og 3 døgn. For voksenmadrasserne, som primært antages at blive anvendt af større børn eller

voksne gælder, at sovetiden på de 18 timer, der er anvendt i beregningerne, vil være overvurderet. Vurderingen er derfor, at stofferne D4, D5 og D6 ikke vil udgøre et sundhedsmæssigt problem, når man kigger på disse produkter enkeltvis på trods af den beregnede RCR-værdi på over 1. Niveauerne af siloxaner kan forventes at være faldet til et niveau, der ikke udgør en risiko i løbet af det første døgn (dette er dog ikke undersøgt).

For alle produkter, der afgasser siloxaner gælder, at selvom RCR-værdierne er over 1 og dermed udgør en risiko for lungeeffekter, som er den kritiske effekt for siloxaner, så tyder de faldende værdier over tid på, at der næppe er tale om en eksponering over lang tid i flere måneder/år, som de anvendte DNEL-værdier for siloxaner netop er baseret på (langtidseffekter). Beregningerne med de mere realistiske brugstider (søvntider), at der for alle produkter er RCR-værdier under 1 for summen af siloxaner efter 3 døgn. Der er således tale om en kortvarig sundhedsrisiko. Desuden skal det bemærkes, at koncentrationen målt efter 1 time (hvor den er højest) har været antaget at være konstant i hele søvnperioden – vel vidende at koncentrationen er faldende over tid. Beregningerne er således overestimeret.

For baby madrassen DK 10 gælder, at den beregnede RCR-værdi for afgangningen af formaldehyd overstiger 1 (1,4) efter 1 time. Afgasningen falder imidlertid væsentligt efter de 3 døgn, hvorved RCR-værdien er under 1 (0,65) efter de 3 døgn. I beregningerne er der som angivet tidligere antaget, at den målte værdi efter 1 time er konstant over de 18 timer, hvilket selvfølgelig ikke er tilfældet. Den kritiske effekt for formaldehyd er forstadie til tumorer (kræft), og er en effekt, der kan opstå ved en eksponering over DNEL-værdien i lang tid. Analyserne viser, at eksponeringen kun kortvarigt (maksimalt 1-2 døgn) vil være over DNEL-værdien. Dette produkt forventes derfor ikke alene at kunne udgøre en sundhedsmæssig risiko.

Af de undersøgte 20 produkter er det således kun baby madrassen N-EU 3, hvor afgangningen af hhv. DMF er så høj, at der kan forventes sundhedsskadelige effekter, hvis produkterne anvendes lige efter udpakningen. For foldemadrassen N-EU 4 og voksenmadrassen DK 9 viser mere beregninger baseret på mere realistiske brugstider, at der ikke vil forekomme en sundhedsmæssig risiko efter 3 døgn. For de resterende produkter forventes de ikke alene at kunne forårsage sundhedsmæssige effekter. Det skal bemærkes, at de beregnede RCR-værdier for afgangningen efter 1 time kan være påvirket af, at produkterne blev trykket sammen 10 gange i klimakammeret inden dette blev lukket og målingerne blev igangsat, for at simulere bevægelse når en person lægger sig på produkterne. Omvendt har der ikke været nogen sammenpresning af PUR-skumprøven fra tiden nul til de 3 døgn, hvor der reelt vil være bevægelse, når en person bevæger sig i søvne. De reelle afgassede koncentrationer efter de 3 døgn kan derfor være højere end de målte.

For de produkter, hvor beregningerne ligger tæt på DNEL-værdien er det nødvendigt at tage højde for andre produkter i hjemmet, der kan afgasse hhv. formaldehyd (tekstiler, gulvtæpper, elektroniske produkter m.m. og DMF (squishy legetøj, legetelte) (se kapitel 12 "Eksponeringsniveauer fra indirekte kilder"). Disse beregninger er imidlertid ikke foretaget i dette projekt, da værdierne fra de tidligere undersøgelser ikke umiddelbart er sammenlignelige med målingerne foretaget i dette projekt.

15.2 Ekstrem worst-case – flere produkter i indåndingszonen

I dette scenarie, som må anses for at være ekstrem worst-case, beregnes eksponeringen og risikoen baseret på følgende:

- Eksponering i indåndingszonen, da dette teoretisk set skulle udgøre den største risiko (den målte koncentration anvendes direkte og bliver ikke fortyndet ud i et større lokale).
- Det antages, at eksponering for samme koncentration finder sted i alle døgnets 24 timer – på trods af, at målingerne fra hhv. 1 time og 3 døgn viser, at afgangningen falder en del over tid.

- Det antages, at eksponeringen i indåndingszonen sker i 24 timer og ikke bare under søvn.
- Det antages, at der er udsættelse for tre produkter (babymadras, babyhovedpude og sengerand) på samme tid.
- Der anvendes den højest målte afgasning for stofferne til alle ovennævnte produkter, uanset om stoffet er set afgasset fra denne type produkter, dvs. i praksis multipliceres den højest målte koncentration med tre.

Et eksempel på de mere detaljerede beregninger af eksponering og risikoen (RCR-værdien) er angivet i Bilag 5.2. Alle beregnede koncentrationer i indåndingszonen samt RCR-værdier er angivet i TABEL 47 til TABEL 53 i dette bilag.

Nedenfor i TABEL 31 er de vigtigste data præsenteret for alle ni stoffer, dvs. højest målte koncentration samt de beregnede RCR-værdier for udsættelsen af de tre produkter i indåndingszonen (babymadras, babyhovedpude og sengerand). Bemærk, at der i denne worst-case beregning kun foretages beregninger baseret på 1 times målingerne, der i langt de fleste tilfælde er de højeste. Hvis ikke der forekommer en risiko ved denne ekstreme worst-case situation, er det således ikke nødvendigt at regne på mere realistiske scenarier.

TABEL 31. Beregnede RCR-værdier for scenariet med ekstrem worst-case, dvs. flere produkter i indåndingszonen baseret på 1-times målingerne

Stofnavn	Højest målte koncentration efter 1 time ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	DNEL-værdi ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	RCR Samlet for tre produkter ved 1 time
DMF	1500	80	253,5
D4 (lungeeffekter)	150	1000	2,0
D5 (livmodertumorer)	190	4314	0,6
D5 (lungeeffekter)	190	5300	0,5
D6 (lungeeffekter)	87	130	7,4
Sum: D4, D5, D6 (lungeeffekter)	-	-	9,9
2-ethyl-1-hexanol	94	300	3,1
Toluen	44	2900	0,21
α -pinen	40	674	0,80
Formaldehyd	18	50	4,0
Phenol	13	70	2,5

Af TABEL 31 fremgår det, at stofferne toluen og α -pinen begge har beregnede RCR-værdier for PUR-skumprodukterne, som ligger under 1, dvs. der ikke er tale om en risiko for sundhedsmæssige effekter for disse stoffer enkeltvis. Da siloxanerne har sammenlignelige virkningsmekanismer bør deres RCR-værdier lægges sammen, og den samlede RCR-værdi overstiger klart 1 (9,9). Det er derfor nødvendigt at kigge på mere realistiske eksponeringsscenarier for følgende stoffer:

- DMF
- D4, D5 og D6
- 2-ethyl-1-hexanol
- Formaldehyd
- Phenol

I de niveauer toluen og α -pinen afgasser fra de undersøgte PUR-skumprodukter, anses de ikke for at udgøre en sundhedsmæssig risiko. For toluen og α -pinen gælder, at de tidligere undersøgelser (beskrevet i kapitel 12) har beregnet lave RCR-værdier for afgasning af disse stoffer fra andre kilder som f.eks. elektroniske produkter og squishies. Selvom beregningen ikke er foretaget, er der sandsynligvis ikke tale om en sundhedsmæssig risiko, selvom der adderes eksponeringen fra andre produkter, der kan afgasse disse stoffer.

Det vurderes således ikke at være nødvendigt at beregne mere realistiske scenarier for hverken toluen eller α -pinen, og disse stoffer behandles derfor ikke yderligere i denne rapport.

15.3 Realistisk worst-case – indåndingszone i soverum og stue

For stofferne DMF, D4, D5 og D6, 2-ethyl-1-hexanol, formaldehyd og phenol, hvor der ikke kunne afvises en risiko ved det ekstreme worst-case scenarie, beregnes eksponeringen (og risikoen) derfor for et mere realistisk worst-case scenarie. Dette scenarie baseres på følgende:

- Eksponering i indåndingszonen, da dette teoretisk set skulle udgøre den største risiko (den målte koncentration anvendes direkte og bliver ikke fortyndet ud i et større lokale)
- Det antages, at eksponering for samme koncentration finder sted i alle døgnets 24 timer – på trods af, at målingerne fra hhv. 1 time og 3 døgn viser, at afgasningen falder en del over tid
- Det antages, at der er udsættelse for tre produkter (babymadras, babyhovedpude og sengemand) på samme tid i de 18 timer, en baby sover i forældresoveværelset, og udsættelse for en tumlemadras i 3 timer af en babys vågentid. I de resterende 3 timer i døgnet antages babyen ikke for at være udsat for produkter af PUR-skum i indåndingszonen.
- Der anvendes de faktisk målte koncentrationer for de nævnte typer af produkter.
- Der foretages beregninger baseret på begge målinger, dvs. efter hhv. 1 time og 3 døgn.

Et eksempel på de mere detaljerede beregninger af eksponering og risikoen (RCR-værdien) er angivet i Bilag 5.3. Alle beregnede koncentrationer i indåndingszonen samt RCR-værdier er angivet i TABEL 54 til TABEL 58 i dette bilag.

Som for scenariet med ekstrem worst-case er der angivet den samlede RCR-værdi for udsættelsen af de tre produkter i indåndingszonen under søvn (babymadras, babyhovedpude og sengemand) og for tumlemadrasen i vågentid.

TABEL 32. Beregnede RCR-værdier for scenariet med mere realistisk worst-case, dvs. flere produkter i indåndingszonen baseret på 1-times målingerne. Beregnede RCR-værdier efter 3 døgn er angivet i parentes nedenunder.

Stofnavn	Højest målte koncentration efter 1 time (3 døgn) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	DNEL-værdi ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	RCR Samlet for PUR-skum produkter
DMF (højeste værdi*)	1500 (390)	80	106,6 (27,9)
DMF (næsthøjeste værdi*)	11 (7,5)	80	0,66 (0,50)
D4 (lungeeffekter)	150 (0)	1000	0,85 (0)
D5 (lungeeffekter)	110 (4,1)	5300	0,13 (0,001)

Stofnavn	Højest målte koncentration efter 1 time (3 døgn) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	DNEL-værdi ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	RCR Samlet for PUR-skum produkter
D5 (livmodertumorer)	110 (4,1)	4314	0,16 (0,001)
D6 (lungeeffekter)	42 (18)	130	1,7 (0,58)
Sum: D4, D5, D6 (lungeeffekter)	-	-	2,6 (0,58)
2-ethyl-1-hexanol	94 (60)	300	1,04 (0,66)
Formaldehyd	18 (8,4)	50	2,1 (1,3)
Phenol	12 (13)	70	0,74 (0,61)

* Der er foretaget beregninger for to forskellige baby madrasser, da en baby madras (N-EU 3) skiller sig ud med en meget høj afgang af DMF i forhold til de andre produkter

Af TABEL 32 fremgår det, at for phenol, D4 og D5 er der beregnet RCR-værdier for PUR-skumprodukterne, der ligger under 1 for eksponeringen efter 1 time, dvs. der ikke er tale om en risiko for sundhedsmæssige effekter for disse stoffer i dette scenarie. De beregnede RCR-værdier for summen af D4, D5 og D6 samt for 2-ethyl-1-hexanol ligger over 1 (hhv. 2,6 og 1,04) efter en time, men eksponeringen er faldet væsentligt efter målingen ved de 3 døgn, således at RCR-værdierne ligger under 1 og således ikke udgør en sundhedsmæssig risiko efter 3 døgn. Da der ved beregningerne er antaget, at den målte koncentration efter 1 time er konstant i 18 timer (hvilket målingerne efter de 3 døgn viser, at den ikke er), vurderes der således ikke at være sundhedsskadelige effekter fra 2-ethyl-1-hexanol for dette scenarie, idet RCR-værdien for stoffet kun lige var over 1 efter 1 time. For summen af siloxanerne (D4, D5 og D6) kan der være tale om en risiko, da RCR-værdien overskrides i løbet af de første par døgn (men RCR er under 1 ved 3 døgn). Det skal dog påpeges at de kritiske effekter for siloxanerne, som er lungeeffekter først ses ved længere tids påvirkning. Derudover er der for beregningerne af RCR-værdierne for D4, D5 og D6 anvendt de produkter, hvor der er målt den højeste afgang af hhv. D4, D5 og D6. Dvs. det er ikke de samme produkter, der har betydning for den samlede RCR-værdi for de tre siloxaner. Det er de samme produkter, der har betydning for D4 og D5 (N-EU 3 og N-EU 2), men andre produkter, der har betydning for den samlede RCR-værdi for D6 (DK 4 og N-EU 2). Derfor vil den reelle samlede RCR-værdi for de samme tre produkter således ikke være 2,6, men reelt være 1,7. RCR-værdien er dog stadig over 1 ved målingen efter 1 time, men under 1 efter de 3 døgn. Da RCR-værdien er under 1 for summen af siloxaner efter 3 døgn er der således ikke tale om eksponering i lang tid ved for høje niveauer. Siloxanerne anses derfor ikke for at udgøre en sundhedsmæssig risiko ved denne forholdsvis korte eksponering.

For formaldehyd gælder, at eksponeringen fra PUR-skumprodukterne giver en RCR-værdi over 1 både efter 1 time og efter 3 døgn (hhv. 2,1 og 1,3). DMF giver en RCR-værdi over 1, men kun for produktet med den højeste afgassede koncentration. DMF og formaldehyd diskuteres derfor nærmere nedenfor. Resultatet af dette mere realistiske worst-case scenarie betyder imidlertid, at det er nødvendigt at kigge på andre eksponeringsscenarier for DMF, formaldehyd og siloxanerne i det efterfølgende afsnit.

For DMF er der den specielle situation, at for et enkelt produkt (baby madrassen N-EU3) er der identificeret en meget høj afgang af DMF på $1500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i forhold til andre produkter, hvor

afgasningen ligger mellem 3,5 og 21 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (for de 6 produkter ud af 20, hvor der er identificeret en afgasning af stoffet). For DMF er der derfor foretaget eksponeringsberegninger både for den højeste værdi for en baby madras på 1500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ og for den næsthøjeste værdi for en baby madras (EU 3) på 11 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Eksponeringsberegningerne viser, at der er RCR-værdier langt over 1 ved brug af den højeste afgassede koncentration af DMF, men at der ikke forekommer en RCR-værdi over 1, hverken efter 1 time eller efter 3 døgn, når der anvendes den næsthøjeste afgassede koncentration for en baby madras. Dette betyder, at en baby, der sover 18 timer i døgnet på denne baby madras (N-EU 3), lige efter madrassen er pakket ud, er i risiko for at få sundhedsmæssige effekter i form af slimhindeirritation. Det ses, at RCR-værdien falder væsentligt efter de 3 døgn, men er stadig langt over 1. Da der i dette projekt ikke er foretaget analyser af afgasningen efter de 3 døgn er det ikke muligt at udtale sig om, hvor længe afgasningen af DMF er høj nok til at give slimhindeirritation. Dette produkt har imidlertid en ekstrem høj afgasning af DMF i forhold til de andre produkter, der afgasser DMF, så umiddelbart er der ikke tale om et generelt problem fra PUR-skumprodukter. 14 af 20 produkter afgasser slet ikke DMF og for de andre fem produkter, der afgasser DMF, er afgasningen så lav, at den ikke vil udgøre et sundhedsmæssigt problem for en baby (person), der sover 18 timer på produktet.

For formaldehyd gælder, at PUR-skumprodukterne kan udgøre en sundhedsmæssig risiko i indåndingszonen for dette scenarie selv efter 3 døgn, hvor RCR-værdien ligger lige over 1 (1,3). For dette scenarie vil der således være en risiko for sundhedsmæssige effekter pga. afgasningen af formaldehyd, hvis en baby sover 18 timer lige op af tre nyudpakkede produkter (en baby madras, en baby hovedpude og en sengerand). Den kritiske effekt for formaldehyd er forstadie til tumorer (kræft), og er en effekt, der kan opstå ved en eksponering over DNEL-værdien i lang tid. Da der i dette projekt ikke er foretaget analyser af afgasningen efter de 3 døgn, er det ikke muligt at udtale sig om, hvor længe afgasningen af formaldehyd er høj nok til at give sundhedsmæssige effekter. Hertil skal så tillægges bidrag til eksponeringen fra andre kilder såsom tekstiler, gulvtæpper, elektroniske produkter m.m. (se kapitel 12 "Eksponeringsniveauer fra indirekte kilder").

15.4 Realistisk worst-case beregnet for rumkoncentration

For stofferne DMF, formaldehyd og siloxaner D4, D5 og D6, hvor der ikke kunne afvises en risiko ved det mere realistiske worst-case scenarie i indåndingszonen efter 1 time, beregnes eksponeringen (og risikoen) derfor for det realistiske worst-case scenarie, hvor personer opholder sig i rum med de undersøgte PUR-skumprodukter. Dvs. at der her regnes på, at de afgassede mængder af hhv. DMF, formaldehyd og siloxaner fordeler sig i hele rummet, hvorved der sker en fortynding. Til gengæld regnes der på afgasning fra hele produktet og ikke kun en klods på ca. 40 x 40 cm nær indåndingszonen. De to scenarier, der regnes på her, er:

1. Baby, der opholder sig i forældres soveværelse i sovetiden (18 timer) og i stuen i noget af den vågne tid (3 timer). Her regnes der kun på babyer som worst-case, da de opholder sig (sover) længst i soveværelset med flest PUR-skumprodukter.
2. Større børn/teenagere, der opholder sig på deres eget værelse en stor del af dagen (worst-case er her en weekenddag eller feriedag). Der anvendes her teenagere som worst-case, da de opholder sig længere tid på eget værelse (10 timers søvn og 8 timers ophold) med flere PUR-skumprodukter.

15.4.1 Scenarie med rumkoncentration for baby

For stofferne DMF, formaldehyd og siloxaner beregnes eksponeringen (og risikoen) for et scenarie med ophold i rum med PUR-skumprodukter, hvor den afgassede mængde fordeler sig i hele rummet. Dette scenarie baseres på følgende:

- Eksponering er baseret på, at den afgassede mængde fra alle relevante produkter fordeler sig i hele opholdsrummet.

- Det antages, at eksponering for samme koncentration finder sted i alle døgnets 24 timer – på trods af at målingerne fra hhv. 1 time og 3 døgn viser, at afgangningen falder en del over tid. Der beregnes eksponeringen for både 1 time og 3 døgn.
- Det antages, at der er udsættelse for syv produkter i soveværelset (babymadras, babyhovedpude, sengerand, to voksenmadrasser, to hovedpuder) på samme tid i de 18 timer en baby sover i forældresoveværelset, og udsættelse for en tumlemadras i 3 timer af en babys vågentid. I de resterende 3 timer i døgnnet antages babyen ikke for at være udsat for produkter af PUR-skum, men kan være udsat for stofferne fra andre kilder.
- Der anvendes de faktisk målte koncentrationer for de nævnte typer af produkter.

Et eksempel på de mere detaljerede beregninger af eksponering og risikoen (RCR-værdien) er angivet i Bilag 5.4. Alle beregnede koncentrationer i indåndingszonen samt RCR-værdier er angivet i TABEL 59 til TABEL 61 i dette bilag.

Som for ovenstående scenarier er der angivet den samlede RCR-værdi for udsættelsen af de syv produkter i indåndingszonen under søvn (babymadras, babyhovedpude, sengerand, to voksenmadrasser og to hovedpuder) og for tumlemadrassen i vågen tid.

TABEL 33. Beregnede RCR-værdier for scenariet hvor afgangningen fra flere produkter har fordelt sig i rummet (baseret på 1-times målingerne). Beregnede RCR-værdier efter 3 døgn er angivet i parentes nedenunder.

Stofnavn	Højest målte koncentration efter 1 time (3 døgn) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	DNEL-værdi ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	RCR Samlet for PUR-skum produkter
DMF (højeste værdi*)	1500 (390)	80	2,5 (0,7)
DMF (næsthøjeste værdi*)	11 (7,5)	80	0,01 (0,004)
D4 (lungeeffekter)	150 (0)	1000	0,05 (0)
D5 (lungeeffekter)	160 (4,1)	5300	0,02(0,0001)
D5 (livmodertumorer)	160 (4,1)	4314	0,02 (0,0002)
D6 (lungeeffekter)	87 (48)	130	0,34 (0,09)
Summen af D4, D5 og D6 (lungeeffekter)	-	-	0,41 (0,09)
Formaldehyd	18 (8,4)	50	0,09 (0,05)

* Der er foretaget beregninger for to forskellige babymadrasser, da en babymadras (N-EU 3) skiller sig ud med en meget høj afgangning af DMF i forhold til de andre produkter

Af TABEL 33 fremgår det, at for formaldehyd, siloxanerne, summen af D4, D5 og D6 samt for de lavere værdier af DMF ligger de beregnede RCR-værdier for PUR-skumprodukterne langt under 1 ved eksponeringen efter 1 time, dvs. der ikke er tale om en risiko for sundhedsmæssige effekter for disse stoffer i dette scenarie.

For DMF gælder, at produktet med den høje afgangning (babymadrassen N-EU3) stadig resulterer i en RCR-værdi over 1 – dog ikke efter 3 døgn. I beregningerne er antaget, at den målte

koncentration efter 1 time er konstant i hele søvnperioden på de 18 timer, hvilket ikke er tilfældet. Desuden forudsætter scenariet, at en person bliver lagt til at sove i et rum med baby-madrassen umiddelbart efter udpakning af produktet. Om der vil være tale om sundhedsmæssige effekter i form af slimhindeirritation i starten af søvnen kan dog ikke endelig fastslås ud fra målingerne foretaget i dette projekt.

15.4.2 Scenarie med rumkoncentration for større børn/teenagere

For stofferne DMF, formaldehyd og siloxanerne beregnes eksponeringen (og risikoen) for et scenarie med ophold i rum med PUR-skumprodukter, hvor den afgassede mængde fordeler sig i hele rummet. Dette scenarie baseres på følgende:

- Eksponering er baseret på, at den afgassede mængde fra alle relevante produkter fordeler sig i hele opholdsrummet.
- Det antages, at eksponering for samme koncentration finder sted i alle døgnets 24 timer – på trods af, at målingerne fra hhv. 1 time og 3 døgn viser, at afgasningen falder en del over tid. Der beregnes eksponeringen for både 1 time og 3 døgn.
- Det antages, at der er udsættelse for fem produkter i værelset (madrass, foldemadrass (til gæst på besøg), to hovedpuder og tumlemadrass) på samme tid i de 10 timer, en teenager sover i eget værelse, og i de 8 timer i den vågne tid en teenager opholder sig på eget værelse. I den resterende tid af døgnnet antages teenageren ikke for at være udsat for produkter af PUR-skum.
- Der anvendes de faktisk målte koncentrationer for de nævnte typer af produkter.

Et eksempel på de mere detaljerede beregninger af eksponering og risiko (RCR-værdien) er angivet i Bilag 5.5. Alle beregnede koncentrationer i indåndingszonen samt RCR-værdier er angivet i TABEL 62 til TABEL 64 i dette bilag.

Som for ovenstående scenarier er der angivet den samlede RCR-værdi for udsættelsen af de fem produkter i indåndingszonen under søvn (madrass, foldemadrass (til gæster), to hovedpuder og tumlemadrass).

TABEL 34. Beregnede RCR-værdier for scenariet hvor afgasningen fra flere produkter har fordelt sig i teenagerummet (baseret på 1-times målingerne). Beregnede RCR-værdier efter 3 døgn er angivet i parentes nedenunder.

Stofnavn	Højest målte koncentration efter 1 time (3 døgn) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	DNEL-værdi ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	RCR Samlet for PUR-skum produkter
DMF	11 (0)	80	0,03 (0)
D4 (lungeeffekter)	73 (0)	1000	0,02 (0)
D5 (lungeeffekter)	190 (3,5)	5300	0,02(0,0001)
D5 (livmodertumorer)	190 (3,5)	4314	0,02 (0,0002)
D6 (lungeeffekter)	87 (48)	130	0,35 (0,11)
Summen af D4, D5 og D6 (lungeeffekter)	-	-	0,39 (0,11)
Formaldehyd	12 (8,4)	50	0,04 (0,03)

Af TABEL 34 fremgår det, at for alle stoffer (DMF, formaldehyd, D4, D5 og D6, samt summen af siloxanerne) ligger de beregnede RCR-værdier for PUR-skumprodukterne langt under 1, dvs. der ikke er tale om en risiko for sundhedsmæssige effekter for disse stoffer i dette scenarie.

15.5 Sammenligning med begrænsningsforslag

For formaldehyd, siloxanerne og DMF som er de stoffer, der afgasser i højest koncentrationer i forhold til deres DNEL-værdier, er der foretaget en sammenligning med de begrænsningsforslag, der ligger for stofferne i øjeblikket.

15.5.1 Begrænsningsforslag for formaldehyd

For formaldehyd blev der i marts 2019 fremsat et begrænsningsforslag for artikler, der går på, at afgangning af formaldehyd fra artikler ikke må overstige en koncentration på 0,124 mg/m³ under de testbetingelser, der er beskrevet i EN 717-1 (ECHA, 2019b). Det er meningen, at begrænsningsforslaget skal ind i Annex XVII i REACH forordningen, hvis det bliver vedtaget.

Ifølge Annex D til begrænsningsforslaget (ECHA, 2019c) indeholder EN 717-1 følgende betingelser for klimakammeranalyser, hvor betingelserne, der er anvendt i dette projekt, er angivet i parentes efterfølgende:

- Temperatur: 23 °C ± 0,5 °C (23 ± 1 °C)
- Relativ fugtighed: 45 ± 3 % (50 ± 3 %)
- Luftsifte: 1,0 ± 0,05 per time (0,5 per time)
- Loading faktor: 1,0 ± 0,02 m²/m³ (ca. 0,4 m²/m³)
- Volumen af kammer: 12 m³, 1 m³ eller 0,225 m³ (0,119 m³)
- Måletidspunkt: Ligevægtstilstand skal opnås (svarende til koncentration må ikke ændre sig mere end 5 % over 4 døgn), dvs. der måles på mange tidspunkter. Der måles i maksimalt 28 dage (3 døgn)

Som det ses, er luftskiftet dobbelt så højt ifølge EN 717-1 sammenlignet med det luftskifte, der er anvendt til klimakammeranalyserne i dette projekt. Derudover er den såkaldte "loading faktor", dvs. forholdet mellem prøvemateriale og kammerets størrelse noget højere ifølge EN 717-1 sammenlignet med den anvendte "loading faktor" i dette projekt. Dvs. der skal anvendes 2,5 gange mere materiale i klimakammeret ifølge EN 717-1, men til gengæld et dobbelt så stort luftskifte sammenlignet med klimakammeranalyserne foretaget i dette projekt. Desuden er måletidspunkterne for de to metoder forskellige. Hvor der for EN 717-1 måles, indtil der opnås en ligevægtstilstand (som tidligst opnås efter minimum 4 døgn), er der i dette projekt målt afgangning efter 3 døgn. Værdierne er derfor ikke umiddelbart direkte sammenlignelige.

Den maksimale afgangning af formaldehyd for prøverne i dette projekt lå på 8,4 µg/m³ efter 3 døgn, hvilket ligger langt under den foreslåede grænseværdi på 124 µg/m³. Til sammenligning accepterer Arbejdstilsynet højest en koncentration på 150 µg/m³ i indeklimaet, og bygningsreglementet anbefaler at følge WHO's grænseværdi på 100 µg/m³ (Indeklimaportalen, 2018).

15.5.2 Begrænsningsforslag for siloxanerne (D4, D5 og D6)

For siloxanerne D4, D5 og D6 blev der i marts 2019 fremsat et begrænsningsforslag (ECHA, 2019d), og i december 2019 er der vedtaget en opinion fra RAC og SEAC, hvor begrænsningsforslaget er listet og nu sendt i høring (ECHA, 2019e).

Begrænsningsforslaget indeholder imidlertid kun en begrænsning af D4, D5 og D6 i kemiske blandinger (grænseværdi 0,1 %), men ikke i artikler. Begrænsningsforslaget er derfor ikke relevant for PUR-skumprodukter.

15.5.3 Begrænsningsforslag for DMF

For DMF blev der i 2018 fremsat et begrænsningsforslag, hvor brugen af DMF foreslås begrænset i kemiske blandinger til maksimalt at måtte udgøre en koncentration på 0,3 % (ECHA, 2018d). Begrænsningsforslaget indeholder også en foreslået DNEL-værdi for arbejdsmiljøet på 3,2 mg/m³ som skal dække langvarig udsættelse for indånding af DMF i arbejdsmiljøet. Begrænsningsforslaget er i september 2019 vurderet af RAC og SEAC, og afventer at blive endeligt vedtaget (ECHA, 2019f).

Omregnes denne DNEL-værdi foreslået for arbejdsmiljøet til en kontinuerlig forbrugerekspone- ring ved at tage højde for 24 timers eksponering i stedet for 8 timer og 7 dages eksponering i stedet for 5 arbejdsdage, fås en DNEL-værdi for forbrugere på 0,76 mg/m³ eller 760 µg/m³, hvilket ligger under den højeste målte afgassede koncentration af DMF på 1500 µg/m³. Den højeste afgassede koncentration efter 3 døgn var dog faldet til 390 µg/m³, så der er ikke tale om en langvarig udsættelse for DMF fra dette produkt (N-EU 3). De resterende fem produkter, der afgasser DMF (maksimalt 21 µg/m³), afgasser niveauer, der ligger langt under den foreslåede grænseværdi.

15.6 Begrænsninger og usikkerheder

Der er flere begrænsninger og usikkerheder ved de eksponeringsberegninger, som er foretaget i dette projekt. Disse er:

- Koncentrationen målt for tidspunkterne ved hhv. 1 time og 3 døgn er anvendt som konstant i 24 timer.
- Analysedata er baseret på et standardluftskifte på 0,5 per time.
- For nogle stoffer er resultaterne i analyserapporterne angivet som "kan være overestimeret".
- Produktprøverne har været urørt mens de har været i klimakammeret.

Det skal først og fremmest pointeres, at alle eksponeringsberegninger, der er foretaget i denne rapport, er worst-case beregninger. Dette skyldes først og fremmest, at der er anvendt nogle punktvis målinger af niveauer for afgasning af stoffer på bestemte tidspunkter (hhv. 1 time og 3 døgn) som et konstant niveau over et døgn – vel vidende, at afgasningen fra produkterne ikke er konstant, men falder over tid. Dette forhold alene gør, at de beregnede eksponeringsniveauer og dermed RCR-værdier vil være overestimeret.

Derudover skal det bemærkes, at de målte afgassede koncentrationer ved klimakammeranalyserne er for et standardluftskifte på 0,5 per time, hvilket svarer til et rum med lukkede vinduer med naturlig ventilation. Det er klart, at hvis der luftes ud (f.eks. hvis der soves med åbne vinduer), vil luftskiftet være væsentligt højere, og koncentrationerne i indåndingszonen eller i rummet vil være væsentligt lavere.

Det fremgår af analyserapporterne fra klimakammeranalyserne, at for stofferne DMF, D5, D6, α-pinen og phenol kan de angivne koncentrationer være overestimeret pga. bidrag fra systemet (se evt. TABEL 16). Dette betyder, at der alt i alt er regnet på worst-case på mange parametre: eksponeringsscenerier, koncentrationer og luftskifte.

Endelig skal det pointeres, at stort set alle produkter af PUR-skum bliver trykket sammen ("arbejder") under brug, når man bevæger sig under søvn på produkterne – måske med undtagelse af sengerand og støttemadras. Dette sker ikke ved klimakammeranalyserne, hvor produkterne står urørt fra klimakammeret lukkes. Produktprøven blev dog trykket sammen med hånden 10 gange, inden klimakammeret blev lukket, for at simulere bevægelse på produktet (f.eks. på madras eller hovedpude ved brug). Dette kan betyde, at målingen ved 1 time måske kan være højere end ved normalt brug, men at målingen efter de 3 døgn måske er lavere end ved normalt brug. Dvs. der er mulighed for at afgasningen af VOC'er vil være højere under reelt brug, når man løbende vender sig på madras eller hovedpude.

15.7 Diskussion og konklusion

Dette projekt har vist, at der kan være store variationer i mængden af afgassede VOC'er i forskellige PUR-skumprodukter. Der var generel stor forskel på, hvor meget PUR-skummet i de forskellige PUR-skumprodukter lugtede, da de blev pakket ud. Beskrivelsen af lugten af prøverne blev sammenholdt med mængden af de afgassede VOC'er, og der var generelt en god overensstemmelse mellem beskrivelsen af lugten, og hvor stor en samlet koncentration af organiske stoffer der afgassede fra PUR-skumprøverne. Det skal dog pointeres, at nogle VOC'er har en langt højere lugttærskel (den koncentration hvor de kan lugtes) end andre, så der er ikke nødvendigvis en direkte sammenhæng med den totale koncentration af afgassede VOC'er.

Resultaterne af de samlede mængder afgassede VOC'er viser en tendens til, at N-EU produkterne gennemsnitligt afgassede en højere mængde VOC'er sammenlignet med produkter indkøbt i enten DK eller EU. Gennemsnittet dækker dog over store variationer i afgasningen fra produkterne, så billedet er ikke entydigt. Tages baby madrassen N-EU 3, som havde en ekstrem høj afgasning af VOC'en DMF, ud af beregningerne, så ligger gennemsnittet af N-EU produkterne kun omkring 16 % højere i forhold til DK- og EU-produkterne.

Dette projekt har desuden vist, at de undersøgte produkter overholder lovgivningens krav, hvad angår indhold af ftalater i selve PUR-skummet og indhold af bromerede flammehæmmere i det yderste lag af PUR-skumproduktet. Der blev identificeret et lavt indhold af nogle enkelte ftalater i enkelte produkter, men udelukkende i tilladte niveauer og i lave niveauer, der tyder på, at der er tale om urenheder.

Eksponeringsberegningerne foretaget for de forskellige scenarier viser, at der for de fleste stoffer i de fleste scenarier ikke vil være en risiko for sundhedsmæssige effekter vurderet på de opstillede worst-case scenarier for ophold i rum selv med flere PUR-skumprodukter. Undtagelser er dog specielt baby madrassen N-EU 3, der har en høj afgasning af stoffet DMF, samt for formaldehyd og siloxanerne for worst-case scenariet med flere produkter i indåndingszonen, hvor en baby sover med tre nyudpakkede produkter (baby madras, babyhovedpude og sengergand). Disse scenarier diskuteres derfor nærmere nedenfor.

For et enkelt produkt (baby madrassen N-EU 3) er afgasningen af stoffet dimethylformamid (DMF) så høj, at selv når der regnes på situationen, hvor den afgassede mængde fordeler sig i hele rummet, og der kun er ophold i rummet i forbindelse med søvn (18 timer for en baby), kan der være en risiko for sundhedsmæssige effekter baseret på målingen efter 1 time. For denne baby madras (N-EU 3) blev der målt afgasning af DMF i en koncentration, der var 71 gange højere end produktet med den næsthøjeste afgasning af DMF. Det skal her påpeges, at de sundhedsmæssige effekter, DNEL-værdien er baseret på, er slimhindeirritation.

De beregnede RCR-værdier for DMF i scenariet med en baby, der sover på denne baby madras og hvor den afgassede mængde fordeler sig i hele rummet, er hhv. 2,5 og 0,7 for koncentrationerne målt efter hhv. 1 time og 3 døgn. Som det fremgår af faldet i RCR-værdi fra 1 time til 3 døgn, falder afgasningen af DMF fra produktet over tid, og koncentrationen er således ikke konstant over de 18 timer, som det er antaget i beregningerne, hvorfor de beregnede RCR-værdier er overestimeret. På trods af dette tyder det på, at baby madrassen N-EU 3 afgasser DMF i niveauer, der kan udgøre en sundhedsmæssig effekt (slimhindeirritation) i de første døgn efter ibrugtagning. Især ud fra den betragtning, at de beregnede RCR-værdier for koncentrationer i indåndingszonen er hhv. 106 og 28 efter hhv. 1 time og 3 døgn. Hvor lang tid, der går før niveauet af afgasningen er så lav, at RCR-værdien kommer under 1 for dette produkt, vides ikke. Dette havde krævet analyser i længere tid i klimakammeret, end der er foretaget i dette projekt.

Det skal påpeges, at den højeste afgassede koncentration af DMF på 1500 µg/m³ målt efter 1 time ligger over den af RAC/SEAC foreslåede DNEL-værdi i arbejdsmiljøet på 3,2 mg/m³, som kan omregnes til en DNEL-værdi for konstant udsættelse på 760 µg/m³ (se afsnit 15.5.3 "Begrænsningsforslag for DMF"). Den højeste afgassede koncentration af DMF efter 3 døgn er dog faldet til 390 µg/m³, så der er ikke tale om en langvarig problematisk udsættelse for DMF fra dette produkt (N-EU 3). Der er derfor ingen tvivl om, at den høje afgasning af DMF fra baby madrassen N-EU 3 er problematisk og kan give sundhedsmæssige effekter i form af slimhindeirritation. Det er dog udelukkende for dette ene produkt, at afgasningen af DMF er problematisk. 14 ud af de 20 undersøgte produkter afgasser slet ikke DMF over detektionsgrænsen og for de fem andre produkter, der afgasser DMF, er det ikke i niveauer, der udgør et sundhedsmæssigt problem.

For eksponeringsscenarioet med en baby, der sover op af flere produkter i indåndingszonen, gælder for siloxanen D6, at afgasningen af dette stof enkeltvis fra PUR-skumprodukterne kan udgøre en sundhedsmæssig risiko i indåndingszonen for dette scenarie efter 1 time, hvor RCR-værdien ligger over 1 (1,7). For D4 og D5 er RCR-værdien under 1. Dette betyder selvfølgelig, at RCR-værdien for summen af siloxanerne også ligger over 1 (på 2,6) efter 1 time. Koncentrationen af siloxanerne er imidlertid faldet væsentligt ved de 3 døgn, således at RCR-værdierne for summen af siloxanerne er under 1 (på 0,6) efter 3 døgn. Det skal påpeges, at koncentrationen af siloxanerne efter 1 time har været anvendt som en konstant koncentration i de første 24 timer, selvom målingerne viser, at koncentrationen falder væsentlig over tid. Hvor lang tid, der går, før den samlede koncentration af siloxanerne ikke længere vil udgøre en sundhedsmæssig risiko vides ikke, idet der udelukkende er foretaget målinger ved 1 time og 3 døgn i dette projekt.

For dette scenarie kan der således være en risiko for sundhedsmæssige effekter pga. afgasningen for siloxanerne i de første et til to døgn. Dette er dog udelukkende i det tilfælde, hvor en baby lægges til at sove op af tre nyudpakkede produkter (babymadrass, babyhovedpude og sengerand). Der er dog flere aspekter, der tyder på, at der reelt næppe vil være tale om en sundhedsmæssig risiko:

- For det første er de sundhedsmæssige effekter, der er tale om for siloxanerne lungeeffekter, som først opstår efter langvarig eksponering. Den kritiske effekt er baseret på studier med længerevarende eksponering. En eksponering lige over DNEL-værdien i et døgn eller to vil næppe medføre de effekter, der ses ved langvarig eksponering.
- For det andet, så er der for beregningerne af RCR-værdierne for D4, D5 og D6 anvendt de produkter, hvor der er målt den højeste afgasning af hhv. D4, D5 og D6, men det er ikke de samme produkter, der giver den højeste RCR-værdi for D4, D5 og D6. Det betyder, at den reelle samlede RCR-værdi er lidt lavere, men dog stadig over 1.
- En baby sover ikke nødvendigvis alle 18 timer samme sted. Det er nok nærmere mere realistisk, at søvn i løbet af dagen sker i en barnevogn udenfor eller på et tæppe i stuen.
- Realistisk set er det nok næppe nogen, der lægger sig til at sove i nærheden af så mange nye produkter, umiddelbart efter de er blevet pakket ud. Sker det blot nogle timer eller et halv døgn senere end udpakningen, vil afgasningen allerede være lavere.

Omvendt er der andre aspekter, der taler for, at den reelle koncentration måske kan være højere end den målte:

- DNEL-værdierne der er anvendt, er ikke specifikt beregnet for babyer.
- Der er ikke taget højde for om andre forbrugerprodukter afgasser samme siloxaner i samme rum.
- Produkterne er kun klemte sammen lige inden klimakammeranalyserne (for at simulere brug), men dette har ikke været muligt undervejs i klimakammeret. Især værdierne for afgasningen målt efter de 3 døgn, kan derfor være underestimeret.

Alt i alt betyder ovenstående, at siloxanerne ikke anses for at udgøre en sundhedsmæssig risiko ved denne forholdsvis korte eksponering

For eksponeringsscenariet med en baby, der sover op af flere produkter i indåndingszonen, gælder for formaldehyd, at PUR-skumprodukterne kan udgøre en sundhedsmæssig risiko i indåndingszonen for dette scenarie selv efter 3 døgn, hvor RCR-værdien ligger lige over 1 (1,3). For dette scenarie kan der således være en risiko for sundhedsmæssige effekter pga. afgangningen af formaldehyd, hvis en baby sover 18 timer lige op af tre nyudpakkede produkter (en baby madras, en babyhovedpude og en sengerand). Den kritiske effekt for formaldehyd er forstadie til tumorer (kræft), og er en effekt, der kan opstå ved en eksponering over DNEL-værdien i lang tid. Da der i dette projekt ikke er foretaget analyser af afgangningen efter de 3 døgn, er det ikke muligt at udtale sig om, hvor længe afgangningen af formaldehyd er høj nok til at give sundhedsmæssige effekter. Det skal dog påpeges, at når der regnes på scenariet, hvor afgangningen fordeler sig i hele rummet, er RCR-værdierne for formaldehyd langt under 1 både efter 1 time og efter 3 døgn.

Resultaterne viser dog, at der kan være en risiko for sundhedsmæssige effekter for formaldehyd, men at det udelukkende er gældende for det worst-case scenarie, hvor tre nye produkter tages i brug samtidigt og lige når en baby lægges til at sove. Ingen af produkterne giver anledning til sundhedsmæssige effekter hver for sig efter de 3 døgn.

Det er dog vigtigt at påpege, at der til de beregnede eksponeringer for alle stofferne skal tillægges bidrag til eksponeringen fra andre kilder såsom tekstiler, gulvtæpper, elektroniske produkter m.m. for formaldehyd og diverse legetøj for DMF (se kapitel 12 "Eksponeringsniveauer fra indirekte kilder"). Det vil sige, at udluftning i soveværelset har en væsentlig indflydelse på koncentrationen af sundhedsfarlige stoffer, ligesom det kan give god mening, at lade nye produkter afgasse et par døgn før de tages i brug.

16. Referencer

AgBB, 2018. AgBB - Evaluation procedure for VOC emissions from building products; August 2018, Part 3: LCI values. Ausschuss zur gesundheitlichen, Bewertung von Bauprodukten (Committee for Health-related Evaluation of Building Products). AgBB – August 2018. Updated List of LCI values 2018 in Part 3. <https://www.umweltbundesamt.de/en/top-ics/health/commissions-working-groups/committee-for-health-related-evaluation-of-building#textpart-1>; https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/355/dokumente/agbb_evaluation_scheme_2018.pdf

Andersen et al., 2014. Kortlægning, sundheds- og miljøvurdering af flammehæmmere i tekstiler. Kortlægning af kemiske stoffer i forbrugerprodukter nr. 126, 2014. Miljøstyrelsen. Andersen DN, Møller L, Larsen PB, DHI. Poulsen PB, FORCE Technology. <https://www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2014/03/978-87-93178-22-9.pdf>

Andersen et al., 2014b. Survey of formaldehyde. Part of the LOUS review. Environmental project No 1618, 2014. Andersen DN, Slothuus T, Larsen PB, DHI. Danish EPA, 2014. <https://mst.dk/service/publikationer/publikationsarkiv/2014/dec/survey-of-formaldehyde/>

Andersen et al., 2015. Survey of fragrance substances. Part of the LOUS review. Environmental project No 1712, 2015. Andersen DN, Slothuus T, Cohr K-H, Rasmussen D, Larsen PB, DHI. Danish EPA, 2015. <https://mst.dk/service/publikationer/publikationsarkiv/2015/jul/survey-of-fragrance-substances/>

BASF, 2019. What are anti-scorch systems and why are they needed in Polyol & PUR foams? Article by BASF in SpecialChem Product Newsletter, July 3, 2019.

BEK nr. 855, 2009. BEK nr. 855 af 5.9.2009. Bekendtgørelse om forbud mod ftalater i legetøj og småbørnsartikler. <https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=126137>

Boor et al., 2014. Infant Exposure to Emissions of Volatile Organic Compounds from Crib Mattresses. Boor BE, Järnström H, Novoselac A, Xu Y. Environ. Sci. Technol. 2014, 48, 6, 3541-3549. February 18, 2014. <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/es405625q>
https://www.researchgate.net/publication/260251562_Infant_Exposure_to_Emissions_of_Volatile_Organic_Compounds_from_Crib_Mattresses

CeHoS, 2018. List of Endocrine Disrupting Chemicals. Final report, December 21th, 2017. (Some mainly editorial changes were made in September 2018). Danish Centre on Endocrine Disrupters. http://www.cend.dk/files/DK_ED-list-final_2018.pdf

CertiPUR, 2019. CertiPUR Label for Flexible Polyurethane Foams. Application Form and Technical Requirements. 1 July 2017. EuroPUR. https://www.europur.org/images/CertiPUR_Technical_Paper_-_Full_Version_-_2017.pdf

CertiPUR-US, 2019a. CertiPUR-US® Technical Guidelines for Slabstock Foam. January 15, 2019. Physical Performance and Environmental Guidelines for Certification of Slabstock Flexible Polyurethane Foam for Use in Furniture and Bedding. https://certipur.us/wp-content/uploads/2019/01/0433_CertiPUR-US_Slabstock_TechGuide.1.15.19-1.pdf

CertiPUR-US, 2019b. CertiPUR-US® Program Terms of Use Manual. Including Terms of Use Agreement Form B. February 10, 2019.

https://certipur.us/wp-content/uploads/2019/04/0473_CertiPUR-US_Terms-of-Use_03.08.19-1.pdf

Curran & Strlic, 2015. Polymers and volatiles: Using VOC analysis for the conservation of plastic and rubber objects. Curran K & Strlic M. *Studies in Conservation*, 60:1, 1-14, 2015.

<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1179/2047058413Y.0000000125>

EC, 2013. European Collaborative Action, Urban Air, Indoor Environment and Human Exposure, Environment and Quality of Life, Report No 29. Harmonisation framework for health-based evaluation of indoor emissions from construction products in the European Union using the EU-LCI concept. European Commission, Joint Research Centre, Institute for Health and Consumer Protection, Chemical Assessment and Testing Unit, EUR 26168 EN, 2013.

<https://publications.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/d3d78842-bc95-4984-a2fe-2317731324bd>

ECHA, 2012. Guidance on information requirements and chemical safety assessment. Chapter R.8: Characterisation of dose [concentration]-response for human health. Version 2.1. November 2012.

https://echa.europa.eu/documents/10162/13632/information_requirements_r8_en.pdf

ECHA, 2015. Substance Evaluation Conclusion as required by REACH Article 48 and Evaluation Report for Substance name: 2-ethylhexan-1-ol, EC No 203-234-3, CAS No 104-76-7, Evaluating Member State(s): Poland, Bureau for Chemical Substances, Dated: 25 March 2015. <https://echa.europa.eu/documents/10162/97e52f8f-c6e9-4e28-a2b0-05e938fa11e1>

ECHA, 2016. Guidance on Information Requirements and Chemical Safety Assessment Chapter R.15: Consumer exposure assessment Version 3.0 July 2016.

https://echa.europa.eu/documents/10162/13632/information_requirements_r15_en.pdf

ECHA, 2018a. Annex XV report. Proposal for Identification of a Substance of Very High Concern on the Basis of the Criteria set out in REACH Article 57. Substance Name: Decamethylcyclopentasiloxane; D5, EC Number: 208-764-9, CAS Number: 541-02-6, Submitted by: German CA, Date: 01.03.2018.

<https://echa.europa.eu/documents/10162/e7fb290b-b005-3f97-dbb7-3d042f0da607>

ECHA, 2018b. Annex XV report. Proposal for Identification of a Substance of Very High Concern on the Basis of the Criteria set out in REACH Article 57. Substance Name: Octamethylcyclotetrasiloxane, D4, EC Number: 209-136-7, CAS Number: 556-67-2, Submitted by: German CA, Date: 01.03.2018.

<https://echa.europa.eu/documents/10162/322c07fa-7438-b5ed-5b1e-b2a30fc1a17a>

ECHA, 2018c. Annex XV report. Proposal for Identification of a Substance of Very High Concern on the Basis of the Criteria set out in REACH Article 57. Substance Name: Dodecamethylcyclohexasiloxane, EC Number: 208-762-8, CAS Number: 540-97-6. Submitted by: European Chemicals Agency (ECHA) at the request of the European Commission, Date: February 2018. <https://echa.europa.eu/documents/10162/674568b9-26e7-92ce-f746-ea30c34898ad>

ECHA, 2018d. Annex XV Restriction Report. Proposal for a restriction. Substance Name: Dimethylformamide (DMF). IUPAC Name: N, N-Dimethylformamide, EC Number: 200-679-5, CAS Number: 68-12-2. Version nr. 1, Date: 5 October 2018. <https://echa.europa.eu/documents/10162/93384644-983c-9bf4-f7b3-b9d80348b8ca>

ECHA, 2019a. Plastic additives initiative. Supplementary Information on Scope and Methods. 15.02.2019. https://echa.europa.eu/documents/10162/13630/plastic_additives_supplementary_en.pdf/79bea2d6-8e45-f38c-a318-7d7e812890a1

ECHA, 2019b. Annex XV Restriction Report. Proposal for a Restriction. Substance Name: Formaldehyde and formaldehyde releasers. Version number: 1.1, 20 March 2019. <https://echa.europa.eu/documents/10162/019ab915-c3a6-3441-00eb-69e970c1c315>

ECHA, 2019c. Annex XV Restriction Report. Proposal for a Restriction. Substance Name: Formaldehyde and formaldehyde releasers. Version number: 1.1, 20 March 2019. Annexes. <https://echa.europa.eu/documents/10162/aebc80e1-ed73-fd96-dbac-d8c9448507cc>

ECHA, 2019d. Annex XV Restriction report proposal for a restriction. Substance Name(s): Octamethylcyclotetrasiloxane (D4), Decamethylcyclopentasiloxane (D5), Dodecamethylcyclohexasiloxane (D6). European Chemicals Agency. Version number 1.1. 20 March 2019. <https://echa.europa.eu/documents/10162/11f77453-8a0d-411b-38c3-7f992a136cca>

ECHA, 2019e. Opinion on an Annex XV dossier proposing restrictions on Octamethylcyclotetrasiloxane (D4); Decamethylcyclopentasiloxane (D5) and Dodecamethylcyclohexasiloxane (D6). Committee for Risk Assessment (RAC), Committee for Socio-economic Analysis (SEAC). Agreed, 5 December 2019. <https://echa.europa.eu/documents/10162/562177be-2dac-8fa4-9086-7f3d65481cd5>

ECHA, 2019f. Committee for Risk Assessment (RAC). Committee for Socio-economic Analysis (SEAC). Opinion on an Annex XV dossier proposing restrictions on N,N-Dimethylformamide. Version: 18 September 2019. <https://echa.europa.eu/documents/10162/7e8c518e-99c1-37cb-bdce-72d4d820c1a1>

ECHA, årstal ukendt. Guideline on the interpretation of the concept "which can be placed in the mouth" as laid down in the entry 52 of Annex XVII to REACH Regulation 1907/2006. https://echa.europa.eu/documents/10162/13645/guideline_interpretation_concept_mouth_en.pdf/6f0869f4-1ff1-45ad-ac13-f623d9717718

EU Forordning nr. 850, 2004. Europa-Parlamentets og Rådets Forordning (EF) Nr. 850/2004 af 29. april 2004 om persistente organiske miljøgifte og om ændring af direktiv 79/117/EØF. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DA/TXT/PDF/?uri=CELEX:02004R0850-20160930&qid=1559387246287&from=EN>

EU Forordning nr. 1907, 2006. Europa-Parlamentets og Rådets Forordning (EF) Nr. 1907/2006 af 18. december 2006 om registrering, vurdering og godkendelse af samt begrænsninger for kemikalier (REACH), om oprettelse af et europæisk kemikalieagentur og om ændring af direktiv 1999/45/EF og ophævelse af Rådets forordning (EØF) nr. 793/93 og Kommissionens forordning (EF) nr. 1488/94 samt Rådets direktiv 76/769/EØF og Kommissionens direktiv 91/155/EØF, 93/67/EØF, 93/105/EF og 2000/21/EF. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DA/TXT/PDF/?uri=CELEX:02006R1907-20190702&qid=1567682154284&from=EN>

EU-LCI, 2012a. EU-LCI factsheet for alpha-pinene, CAS 80-56-8. Fundet på: <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/30861>

EU-LCI, 2012b. EU-LCI factsheet for toluene, CAS 108-88-3. Fundet på: <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/30861>

EU-LCI, 2014. EU-LCI factsheet for 2-ethyl-1-hexanol, CAS 104-76-7. Fundet på:

<https://ec.europa.eu/docsroom/documents/30861>

EU-LCI, 2016. EU-LCI factsheet for formaldehyde, CAS 50-00-0. Fundet på: <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/30861>

<https://ec.europa.eu/docsroom/documents/30861>

EU-LCI, 2018. Agreed EU-LCI values, July 2018. https://ec.europa.eu/growth/sectors/construction/eu-lci/values_da

EU-LCI, 2019. EU Kommissionens hjemmeside om EU-LCI værdier. https://ec.europa.eu/growth/sectors/construction/eu-lci/values_da

Greve et al., 2014. Siloxanes (D3, D4, D5, D6, HMDS). Evaluation of health hazards and proposal of a health-based quality criterion for ambient air. Environmental Project No. 1531, 2014. Danish EPA. <https://www2.mst.dk/Udgiv/publications/2014/01/978-87-93026-85-8.pdf>

<https://www2.mst.dk/Udgiv/publications/2014/01/978-87-93026-85-8.pdf>

Hansen et al., 2004. Afgivelse af kemiske stoffer fra telte og tunneler til børn. Hansen J, Hansen OC, Pommer K, Teknologisk Institut. Kortlægning af kemiske stoffer i forbrugerprodukter, Nr. 46 2004, Miljøstyrelsen.

<https://www2.mst.dk/Udgiv/Publikationer/2004/87-7614-759-2/pdf/87-7614-760-6.pdf>

Hillier et al., 2003. An Investigation into VOC Emissions from Polyurethane Flexible Foam Mattresses. Hillier K, Schupp T, Carney I. Cellular Polymers, Vol. 22, No. 4, 2003. <http://www.polymerjournals.com/pdfdownload/896351.pdf>

Indeklimaortalen, 2018. Rundt om formaldehyd.

https://www.indeklimaortalen.dk/indeklima/luftkvalitet/farlige_stoffer/formaldehyd

Jensen & Knudsen, 2006. Samlet sundhedsmæssig vurdering af kemiske stoffer i indeklimaet fra udvalgte forbrugerprodukter. Kortlægning af kemiske stoffer i forbrugerprodukter, Nr. 75 2006, Miljøstyrelsen. Jensen AA, FORCE Technology, Knudsen HN, SBI.

<https://www2.mst.dk/Udgiv/Publikationer/2006/87-7052-207-3/pdf/87-7052-208-1.pdf>

Jiao et al., 2013. Thermal degradation characteristics of rigid polyurethane foam and the volatile products analysis with TG-FTIR-MS. Jiao L, Xiao H, Wang Q, Sun J. Polymer Degradation and Stability. Vol. 98, Issue 12, December 2013. P. 2687-2696.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0141391013003200>; https://www.researchgate.net/publication/273875097_Thermal_degradation_characteristics_of_rigid_polyurethane_foam_and_the_volatile_products_analysis_with_TG-FTIR-MS

Joint Research Centre, 2013. Harmonisation framework for health based evaluation of indoor emissions from construction products in the European Union using the EU-LCI concept. European Collaborative Action, Urban Air, Indoor Environment and Human Exposure. Environment and Quality of Life. Report No 29. Joint Research Centre, Institute for Health and Consumer Protection, Chemical Assessment and Testing Unit, 2013 EUR 26168 EN.

Kjølholt et al., 2014. Survey of toluene. Part of the LOUS review. Environmental project No. 1613, 2014, Danish EPA. Kjølholt J, Maag J, Warming M, Mikkelsen SH, COWI A/S. Nielsen E, DTU Food. Nilsson NH, Danish Technological Institute. <https://www2.mst.dk/Udgiv/publications/2014/11/978-87-93283-18-3.pdf>

<https://www2.mst.dk/Udgiv/publications/2014/11/978-87-93283-18-3.pdf>

Kjølholt et al., 2015. Kemiske stoffer i autostole og andre produkter med tekstil til børn. Kortlægning af kemiske stoffer i forbrugerprodukter nr. 135, 2015. Miljøstyrelsen. Kjølholt J,

Warming M, Lassen C, Mikkelsen SH, Brinch A, COWI. Nielsen IB, Jacobsen E, Teknologisk Institut. <https://www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2015/04/978-87-93352-06-3.pdf>

Klinke et al., 2016. Kortlægning og risikovurdering af kemiske stoffer i gulvtæpper til børn. Kortlægning af kemiske stoffer i forbrugerprodukter nr., 2016, Miljøstyrelsen. Klinke HB, Tordrup SW, Witterseh T, Rodam J, Nilsson NH, Teknologisk Institut. Larsen PB, DHI. <https://www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2016/08/978-87-93435-97-1.pdf>

Klinke et al., 2018. Undersøgelse og risikovurdering af parfume og andre organiske stoffer i squishy legetøj. Kortlægning af kemiske stoffer i forbrugerprodukter nr. 164, August 2018, Miljøstyrelsen. Klinke HB, Lund BLW, Villadsen SR, Tordrup SW, Kristensen GT, Teknologisk Institut; Larsen PB, DHI. <https://www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2018/06/978-87-93710-46-7.pdf>

Larsen et al., 2014. Survey of N,N- dimethylformamide, DMF. A report under the LOUS review project. Environmental Project No. 1615. Larsen PB, Slothuus T, Giovalle E, DHI. Danish EPA. <https://mst.dk/service/publikationer/publikationsarkiv/2014/dec/survey-of-n-n-dimethylformamide-dmf/>

Larsen et al., 2016. Kortlægning og risikovurdering af toluen og andre neurotoksiske stoffer i børneværelset. Kortlægning af kemiske stoffer i forbrugerprodukter nr. 145, 2016. Miljøstyrelsen. Larsen PB, Lam HR, DHI. Kolarik B, Gunnarsen L, SBI. <https://www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2016/02/978-87-93435-41-4.pdf>

Larsen et al., 2020. Kortlægning og risikovurdering af siloxaner i kosmetiske produkter. Kortlægning af kemiske stoffer i forbrugerprodukter nr. x (*endnu ikke publiceret*), Miljøstyrelsen. Larsen PB, DHI.

Lassen et al., 2018. Kortlægning og risikovurdering af kemiske produkter, anvendt under "gørdet-selv projekter". Kortlægning af kemiske stoffer i forbrugerprodukter nr. 166, Miljøstyrelsen. Lassen C, Kjølholt J, Warming M, COWI. Larsen PB, Christophersen DV, DHI. Klinke HB, Teknologisk Institut. <https://www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2018/09/978-87-93710-77-1.pdf>

Lattuati-Derieux et al., 2011. Assessment of the degradation of polyurethane foams after artificial and natural ageing by using pyrolysis-gas chromatography/mass spectrometry and head-space-solid phase microextraction-gas chromatography/mass spectrometry. Lattuati-Derieux A, Thao-Heu S, Lavédrine B. J Chromatogr A. 2011 Jul 15;1218(28):4498-4508. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0021967311006418?via%3Dihub>

LBK nr. 3, 2019. Bekendtgørelse af lov om produktsikkerhed. LBK nr. 3 af 3.1.2019. <https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=206230>

Malmgren-Hansen et al., 2003. Afgivelse og vurdering af stoffer fra udvalgte elektriske og elektroniske produkter. Kortlægning af kemiske stoffer i forbrugerprodukter nr. 32, 2003. Miljøstyrelsen. https://www2.mst.dk/udgiv/publikationer/2003/Kortlaegning/032_Afgivelse_og_vurdering_af_stoffer_fra_udvalgte_%20elektriske_og_elektroniske_produkter.pdf

Miljøstyrelsen, 2014. NOTAT. Strategi for risikohåndtering af phenol. Miljøministeriet, Miljøstyrelsen, 30. juni 2014. <https://mst.dk/media/mst/9429209/11%20-%20Phenol%20Final%20rev.pdf>

Mortensen, 2005. Afgivelse og vurdering af kemiske stoffer fra udvalgte elektriske og elektroniske produkter – del 2. Kortlægning af kemiske stoffer i forbrugerprodukter, Nr. 66, 2005. Mortensen PB, Eurofins. Miljøstyrelsen. <https://www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2005/87-7614-825-4/pdf/87-7614-726-2.pdf>

Møller et al., 2014. Survey of phenol. Part of the LOUS review. Environmental project No. 1535, 2014, Danish EPA. Møller LM, Larsen PB, Fotel FL, Slothuus T, Boyd HB, DHI. <https://www2.mst.dk/Udgiv/publications/2014/01/978-87-93026-89-6.pdf>

Norden, 2011. "Existing Default Values and Recommendations for Exposure Assessments". A Nordic Exposure Group Project 2011. Norden. TemaNord 2012:505. Nordic Council of Ministers. <http://norden.diva-portal.org/smash/get/diva2:702615/FULLTEXT01.pdf>

Oertel, G., 1993. Polyurethane Handbook, 2nd Edition, ISBN1-56990-157-0.

Plastindustrien, 2019. Plastindustriens "Det store plastleksikon". <https://plast.dk/det-store-plastleksikon/polyurethan-pur-plast/>

Poulsen et al., 2015. Lugt fra el-spærepærer. Kortlægning af kemiske stoffer i forbrugerprodukter nr. 140, 2015. Poulsen PB, Blinkenberg-Thrane NL, Hundebøll N, FORCE Technology. Miljøstyrelsen, 2015. <https://www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2015/09/978-87-93352-67-4.pdf>

RIVM, 2014. General Fact Sheet. General default parameters for estimating consumer exposure - Updated version 2014. RIVM report 090013003/2014. J.D. te Biesebeek et al. National Institute for Public Health and the Environment. Ministry of Health, Welfare and Sport. <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/090013003.pdf>

SCCS/1241/10, 2010. SCCS Opinion on Cyclomethicone Octamethylcyclotetrasiloxane (Cyclotetrasiloxane, D4) and Decamethylcyclopentasiloxane (Cyclopentasiloxane, D5). 22 June 2010. SCCS/1241/10. https://ec.europa.eu/health/scientific_committees/consumer_safety/docs/sccs_o_029.pdf

SCCS/1549/15, 2016. SCCS Opinion on decamethylcyclopentasiloxane (cyclopentasiloxane, D5) in cosmetic products. The SCCS adopted this Opinion at its 9th plenary meeting on 25 March 2015. SCCS/1549/15, Final version of 29 July, 2016.

SCOEL, 2003. Recommendation from the Scientific Expert Group on Occupational Exposure Limits for Phenol. SCOEL/SUM/16, January 2003.

Schmidt et al., 2008. Kortlægning af kemiske stoffer i hovedtelefoner og høreværn. Kortlægning af kemiske stoffer i forbrugerprodukter nr. 91, 2008. Schmidt A, Bjarnov E, Brandt Nielsen T, FORCE Technology. <https://www2.mst.dk/udgiv/publications/2008/978-87-7052-733-0/pdf/978-87-7052-734-7.pdf>

Singh, 2002. Blowing Agents for Polyurethane Foams. Singh SN. Huntsman Polyurethanes, 2002. <http://www.polymerjournals.com/pdfdownload/850527.pdf>

Sundhedsstyrelsen, 2011. Vejledning om forebyggende sundhedsydelse til børn og unge. <https://www.sst.dk/-/media/Udgivelser/2011/Publ2011/BOFO/Sundhedsydelse/Vejledning-om-forebyggende-sundhedsydelse-til-b%C3%B8rn-og-unge.ashx>

US EPA, 2011. Exposure Factors Handbook 2011 Edition (Final Report). EPA/600/R-090/052F, September 2011. United States Environmental Protection Agency. <https://cfpub.epa.gov/ncea/risk/recordisplay.cfm?deid=236252>

VFF, 2015. Søvn og sundhed. Vidensråd for Forebyggelse. http://www.vidensraad.dk/sites/default/files/vidensraad_soevn-og-sundhed_digital.pdf

Bilag 1. ECHAs 'Plastic additives initiative'

ECHA startede i 2016 et arbejde med at kortlægge brugen af additiver til plast sammen med 21 industrielle brancheorganisationer. Dette arbejde blev offentliggjort i december 2018 under overskriften 'Plastic additives initiative'. Arbejdet har resulteret i en liste over 400 additiver anvendt i store mængder i plast – dvs. additiver, der er anvendt i mængder over 100 tons per år i Europa.

ECHAs plastdatabase er opdelt i følgende grupper af additiver:

- Lysstabilisatorer
- Varmestabilisatorer
- Andre stabilisatorer
- Antioxidanter
- Nucleating/clarifying additiver
- Pigmenter
- Antistatiske midler
- Flammehæmmere
- Blødgørere
- Andre funktioner

De næste sider indeholder tabeller over de i alt 145 additiver, der ifølge ECHAs plastdatabase anvendes til PUR. Det er ikke muligt at skelne, hvilke af disse additiver der specifikt anvendes til PUR-skum. Det skal bemærkes, at der ikke er angivet nogle kernedannende midler (nucleating agents), som anvendes i PUR.

Bilag 1.1 Lysstabilisatorer

Liste over de 4 additiver, der anvendes som lysstabilisator i PUR ifølge ECHA (2019). Udtrækket er fra ECHAs plastdatabase, dvs. additiver, der er registreret, og som anvendes i mængder over 100 tons per år.

TABEL 35. Lysstabilisatorer, der anvendes i PUR ifølge ECHA (2019)

EC nr.	CAS nr.	Kemisk navn	Anden funktion i plast	Typisk koncentration i procent (%)
217-421-2	1843-05-6	Octabenzone	Andre stabilisator	0,2 - 5,0
223-445-4	3896-11-5	Bumetrizole	-	0,3 - 1,0
274-570-6	70321-86-7	2-(2H-benzotriazol-2-yl)-4,6-bis(1-methyl-1-phenylethyl)phenol	Andre stabilisator	0,2 - 5,0
915-687-0		Reaction mass of Bis(1,2,2,6,6-pentamethyl-4-piperidyl) sebacate and Methyl 1,2,2,6,6-pentamethyl-4-piperidyl sebacate	Varmestabilisator	0,2 - 0,5

Bilag 1.2 Varmestabilisatorer

Liste over det ene additiv, der anvendes som varmemestabilisator i PUR ifølge ECHA (2019). Udtrækket er fra ECHAs plastdatabase, dvs. additiver, der er registreret, og som anvendes i mængder over 100 tons per år.

TABEL 36. Varmestabilisatorer, der anvendes i PUR ifølge ECHA (2019)

EC nr.	CAS nr.	Kemisk navn	Anden funktion i plast	Typisk koncentration i procent (%)
401-990-0	106990-43-6	N,N',N'',N'''-tetrakis(4,6-bis(butyl-(N-methyl-2,2,6,6-tetramethylpiperidin-4-yl)amino)triazin-2-yl)-4,7-diazadecane-1,10-diamine	Andre stabilisatorer	1,5

Bilag 1.3 Andre stabilisatorer

Liste over de 2 additiver, der anvendes som andre stabilisatorer i PUR ifølge ECHA (2019). Udtrækket er fra ECHAs plastdatabase, dvs. additiver, der er registreret, og som anvendes i mængder over 100 tons per år.

TABEL 37. Andre stabilisatorer, der anvendes i PUR ifølge ECHA (2019)

EC nr.	CAS nr.	Kemisk navn	Anden funktion i plast	Typisk koncentration i procent (%)
215-138-9	1305-78-8	Calcium oxide	-	1
234-319-3	11097-59-9	[carbonato(2-)]hexadecahydroxybis(aluminium)hexamagnesium	-	0,5

Bilag 1.4 Antioxidanter

Liste over de 6 additiver, der anvendes som antioxidant i PUR ifølge ECHA (2019). Udtrækket er fra ECHAs plastdatabase, dvs. additiver, der er registreret, og som anvendes i mængder over 100 tons per år.

TABEL 38. Antioxidanter, der anvendes i PUR ifølge ECHA (2019)

EC nr.	CAS nr.	Kemisk navn	Anden funktion i plast	Typisk koncentration i procent (%)
229-722-6	6683-19-8	Pentaerythritol tetrakis(3-(3,5-di-tert-butyl-4-hydroxyphenyl)propionate)		0,002 - 0,5
250-709-6	31570-04-4	Tris(2,4-ditert-butylphenyl)phosphite	Andre stabilisator	0,004 - 0,5
251-156-3	32687-78-8	2',3-bis[[3-[3,5-di-tert-butyl-4-hydroxyphenyl]propionyl]]propionohydrazide		0,002 - 3,0
253-039-2	36443-68-2	Ethylenebis(oxyethylene) bis[3-(5-tert-butyl-4-hydroxy-m-tolyl)propionate]		0,005 - 3,0

EC nr.	CAS nr.	Kemisk navn	Anden funktion i plast	Typisk koncentration i procent (%)
254-996-9	40601-76-1	1,3,5-Tis(4-tert-butyl-3-hydroxy-2,6-dimethylbenzyl)-1,3,5-triazine-2,4,6-(1H, 3H, 5H)- trione		-
406-040-9	125643-61-0	reaction mass of isomers of: C7-9-alkyl 3-(3,5-di-tert-butyl-4-hydroxyphenyl)propionate		-

Bilag 1.5 Pigmenter

Liste over de 82 additiver, der anvendes som pigmenter i PUR ifølge ECHA (2019). Udtrækket er fra ECHAs plastdatabase, dvs. additiver, der er registreret, og som anvendes i mængder over 100 tons per år.

TABEL 39. Pigmenter, der anvendes i PUR ifølge ECHA (2019)

EC nr.	CAS nr.	Kemisk navn	Anden funktion i plast	Typisk koncentration i procent (%)
201-344-6	81-33-4	Perylene-3,4:9,10-tetracarboxydiimide		2
201-375-5	81-77-6	6,15-dihydroanthrazine-5,9,14,18-tetrone		2
205-685-1	147-14-8	29H,31H-phthalocyaninato(2-)-N29,N30,N31,N32 copper		0,5 - 2,0
207-439-9	471-34-1	Calcium carbonate		5
209-378-3	574-93-6	29H,31H-Phthalocyanine		2
213-561-3	980-26-7	5,12-dihydro-2,9-dimethylquino[2,3-b]acridine-7,14-dione		2
213-879-2	1047-16-1	5,12-dihydroquino[2,3-b]acridine-7,14-dione		2
215-160-9	1308-38-9	Chromium (III) oxide		1
215-168-2	1309-37-1	Diiron trioxide		1
215-251-3	1314-98-3	Zinc sulphide		2,0 - 10,0
215-277-5	1317-61-9	Triiron tetraoxide		1
215-282-2	1317-80-2	Titanium dioxide (rutil)		5
215-524-7	1328-53-6	Polychloro copper phthalocyanine		1
215-609-9	1333-86-4	Carbon black	Antistatisk middel; UV/lysstabilisator	2,5 - 40,0
215-693-7	1344-37-2	Lead sulfochromate yellow		1
219-730-8	2512-29-0	2-[(4-methyl-2-nitrophenyl)azo]-3-oxo-N-phenylbutyramide		2
221-264-5	3049-71-6	2,9-bis[4-(phenylazo)phenyl]anthra[2,1,9-def:6,5,10-d'e'f']diisoquinoline-1,3,8,10(2H,9H)-tetrone		2
221-424-4	3089-17-6	2,9-dichloro-5,12-dihydroquino[2,3-b]acridine-7,14-dione		2
222-530-3	3520-72-7	4,4'-[(3,3'-dichloro[1,1'-biphenyl]-4,4'-diyl)bis(azo)]bis[2,4-dihydro-		2

EC nr.	CAS nr.	Kemisk navn	Anden funktion i plast	Typisk koncentration i procent (%)
		5-methyl-2-phenyl-3H-pyrazol-3-one]		
223-460-6	3905-19-9	N,N'-phenylene-1,4-bis[4-[(2,5-dichlorophenyl)azo]-3-hydroxynaphthalene-2-carboxamide]		2
223-754-4	4051-63-2	4,4'-diamino[1,1'-bianthracene]-9,9',10,10'-tetraone		1,0 - 2,0
225-590-9	4948-15-6	2,9-bis(3,5-dimethylphenyl)anthra[2,1,9-def:6,5,10-d'e'f]diisoquinoline-1,3,8,10(2H,9H)-tetrone		2
225-822-9	5102-83-0	2,2'-[(3,3'-dichloro[1,1'-biphenyl]-4,4'-diyl)bis(azo)]bis[N-(2,4-dimethylphenyl)-3-oxobutyramide]		2
226-103-2	5280-68-2	N-(4-chloro-2,5-dimethoxyphenyl)-3-hydroxy-4-[[2-methoxy-5-[(phenylamino)carbonyl]phenyl]azo]naphthalene-2-carboxamide		2
226-106-9	5280-78-4	N,N'-(2-chloro-1,4-phenylene)bis[4-[(2,5-dichlorophenyl)azo]-3-hydroxynaphthalene-2-carboxamide]		2
226-107-4	5280-80-8	3,3'-[(2,5-dimethyl-p-phenylene)bis[imino(1-acetyl-2-oxoethylene)azo]]bis[4-chloro-N-(5-chloro-o-tolyl)benzamide]		2
226-109-5	09-04-5281	Calcium 3-hydroxy-4-[(4-methyl-2-sulphonatophenyl)azo]-2-naphthoate		2
226-789-3	5468-75-7	2,2'-[(3,3'-dichloro[1,1'-biphenyl]-4,4'-diyl)bis(azo)]bis[N-(2-methylphenyl)-3-oxobutyramide]		2
226-866-1	5521-31-3	2,9-dimethylantra[2,1,9-def:6,5,10-d'e'f]diisoquinoline-1,3,8,10(2H,9H)-tetrone		2
226-970-7	5580-57-4	3,3'-[(2-chloro-5-methyl-p-phenylene)bis[imino(1-acetyl-2-oxoethylene)azo]]bis[4-chloro-N-(3-chloro-o-tolyl)benzamide]		2
227-930-1	6041-94-7	4-[(2,5-dichlorophenyl)azo]-3-hydroxy-N-phenylnaphthalene-2-carboxamide		2
228-787-8	6358-85-6	2,2'-[(3,3'-dichloro[1,1'-biphenyl]-4,4'-diyl)bis(azo)]bis[3-oxo-N-phenylbutyramide]		2
231-784-4	7727-43-7	Barium sulfate		50
232-353-3	8007-18-9	Antimony nickel titanium oxide yellow		1
232-466-8	05-07-8048	Cadmium zinc sulfide yellow		5
233-257-4	10101-66-3	Ammonium manganese(3+) diphosphate		5

EC nr.	CAS nr.	Kemisk navn	Anden funktion i plast	Typisk koncentration i procent (%)
235-049-9	12062-81-6	Iron manganese trioxide		0,5
235-330-6	12167-74-7	Pentacalcium hydroxide tris(orthophosphate)		5
235-425-2	12225-06-8	N-(2,3-dihydro-2-oxo-1H-benzimidazol-5-yl)-3-hydroxy-4-[[2-methoxy-5-[(phenylamino)carbonyl]phenyl]azo]naphthalene-2-carboxamide		2
235-462-4	12236-62-3	2-[[4-chloro-2-nitrophenyl]azo]-N-(2,3-dihydro-2-oxo-1H-benzimidazol-5-yl)-3-oxobutyramide		2
235-476-0	12239-87-1	Copper chlorophthalocyanine		2
235-759-9	12656-85-8	Lead chromate molybdate sulfate red		5
235-790-8	12737-27-8	Chromium iron oxide		5
235-811-0	12769-96-9	Ultramarine Violet		0,5
236-675-5	13463-67-7	Titanium dioxide	UV/lysstabilisator	5,0 - 20,0
237-898-0	14059-33-7	Bismuth vanadium tetraoxide		0,5
238-238-4	14302-13-7	[1,3,8,16,18,24-hexabromo-2,4,9,10,11,15,17,22,23,25-decachloro-29H,31H-phthalocyaninato(2-)-N29,N30,N31,N32]copper		2
239-898-6	15793-73-4	4,4'-[[3,3'-dichloro[1,1'-biphenyl]-4,4'-diyl]bis(azo)]bis[2,4-dihydro-5-methyl-2-(p-tolyl)-3H-pyrazol-3-one]		2
242-159-0	18282-10-5	Tin dioxide		5
247-304-1	25869-00-5	Ammonium iron(3+) hexakis(cyano-C)ferrate(4-)		0,5
249-125-4	28654-73-1	[N,N,N',N',N'',N''-hexaethyl-29H,31H-phthalocyaninetri-methylaminato(2-)-N29,N30,N31,N32]copper		2
250-063-5	30125-47-4	3,4,5,6-tetrachloro-N-[2-(4,5,6,7-tetrachloro-2,3-dihydro-1,3-dioxo-1H-inden-2-yl)-8-quinolyl]phthalimide		2
253-256-2	36888-99-0	5,5'-(1H-isoindole-1,3(2H)-diyldene)dibarbituric acid		2
255-005-2	40618-31-3	N,N'-(2,5-dichloro-1,4-phenylene)bis[4-[(2,5-dichlorophenyl)azo]-3-hydroxynaphthalene-2-carboxamide]		2
257-098-5	51274-00-1	Iron hydroxide oxide yellow		5
261-218-1	58339-34-7	Cadmium sulfoselenide red		5
263-272-1	61847-48-1	Methyl 4-[[[(2,5-dichlorophenyl)amino]carbonyl]-2-[[2-hydroxy-3-[[[(2-methoxyphenyl)amino]carbonyl]-1-naphthyl]azo]benzoate		2

EC nr.	CAS nr.	Kemisk navn	Anden funktion i plast	Typisk koncentration i procent (%)
265-634-4	65212-77-3	Calcium 4,5-dichloro-2-[[4,5-dihydro-3-methyl-5-oxo-1-(3-sulphonatophenyl)-1H-pyrazol-4-yl]azo]benzenesulphonate		2
269-049-5	68186-87-8	Cobalt zinc aluminate blue spinel		5
269-050-0	68186-88-9	Zinc iron chromite brown spinel		5
269-052-1	68186-90-3	Chrome antimony titanium buff rutile.		1
269-053-7	68186-91-4	Copper chromite black spinel		0,5
269-054-2	68186-92-5	Chrome tungsten titanium buff rutile.		5
269-056-3	68186-94-7	Manganese ferrite black spinel		5
269-060-5	68186-97-0	Iron cobalt chromite black spinel		5
269-072-0	68187-11-1	Cobalt chromite blue green spinel		5
269-075-7	68187-15-5	Zirconium praseodymium yellow zircon		5
269-103-8	68187-51-9	Zinc ferrite brown spinel		5
270-185-2	68412-38-4	Manganese antimony titanium buff rutile		5
271-176-6	68516-73-4	Tetramethyl 2,2'-[1,4-phenylenebis[imino(1-acetyl-2-oxoethane-1,2-diyl)azo]]bisterephthalate		2
272-713-7	68909-79-5	Hematite, chromium green black		5
274-324-8	70131-50-9	Bentonite, acid-leached		5
275-738-1	71631-15-7	Nickel iron chromite black spinel		5
276-344-2	72102-84-2	5-[(2,3-dihydro-6-methyl-2-oxo-1H-benzimidazol-5-yl)azo]barbituric acid		2
279-356-6	79953-85-8	3,3'-[(2-chloro-5-methyl-p-phenylene)bis[imino(1-acetyl-2-oxoethylene)azo]]bis[4-chloro-N-[2-(4-chlorophenoxy)-5-(trifluoromethyl)phenyl]benzamide]		2
279-767-0	81457-65-0	Copper, [29H,31H-phthalocyaninato(2-)-N29,N30,N31,N32]-, [[3-(1-methylethoxy)propyl]amino]sulfonyl derivs.		2
309-928-3	101357-30-6	Silicic acid, aluminum sodium salt, sulfurized		5
310-077-5	102184-95-2	Silicic acid, zirconium salt, cadmium pigment-encapsulated		5
310-193-6	1345-16-0	Cobalt aluminate blue spinel		5
401-540-3	84632-65-5	3, 6 - bis (4 - chlorophenyl)- 2, 5 - dihydro - 1, 4 - diketo pyrrolo [3, 4 - c] pyrrole; Pyrrolo[3,4-c]pyrrole-1,4-dione, 3,6-bis(4-chlorophenyl)-2,5-dihydro-		2

EC nr.	CAS nr.	Kemisk navn	Anden funktion i plast	Typisk koncentration i procent (%)
936-897-9	1373399-58-6	Reaction mass of willemite, white and zinc iron chromite brown spinel		5
939-379-0		Reaction mass of melamine and Nickel, 5,5'-azobis-2,4,6(1H,3H,5H)-pyrimidinetrione complexes		2

Bilag 1.6 Antistatiske midler

Liste over det ene additiv, der anvendes som antistatisk middel i PUR ifølge ECHA (2019). Udtrækket er fra ECHAs plastdatabase, dvs. additiver, der er registreret, og som anvendes i mængder over 100 tons per år.

TABEL 40. Antistatiske midler, der anvendes i PUR ifølge ECHA (2019)

EC nr.	CAS nr.	Kemisk navn	Anden funktion i plast	Typisk koncentration i procent (%)
215-222-5	1314-13-2	Zinc oxide	UV/lysstabilisator; flammehæmmer	5

Bilag 1.7 Flammehæmmere

Liste over de 13 additiver, der anvendes som flammehæmmere i PUR ifølge ECHA (2019). Udtrækket er fra ECHAs plastdatabase, dvs. additiver, der er registreret, og som anvendes i mængder over 100 tons per år.

TABEL 41. Flammehæmmere, der anvendes i PUR ifølge ECHA (2019)

EC nr.	CAS nr.	Kemisk navn	Anden funktion i plast	Typisk koncentration i procent (%)
201-114-5	78-40-0	Triethyl phosphate		10
203-615-4	108-78-1	Melamine		25
242-555-3	18755-43-6	Dimethyl propylphosphonate		15
244-492-7	21645-51-2	Aluminium hydroxide	Pigment	0,25 - 50,0
253-575-7	37640-57-6	1,3,5-triazine-2,4,6(1H,3H,5H)-trione, compound with 1,3,5-triazine-2,4,6-triamine (1:1)		5,0 - 30,0
253-760-2	38051-10-4	2,2-bis(chloromethyl)trimethylene bis(bis(2-chloroethyl)phosphate)		12
264-150-0	63449-39-8	Paraffin waxes and Hydrocarbon waxes, chloro	Blødgører	-
273-066-3	68937-41-7	Phenol, isopropylated, phosphate (3:1)	Blødgører	15,0 - 35,0
284-366-9	84852-53-9	1,1'-(ethane-1,2-diyl)bis[pen-tabromobenzene]		15,0 - 35,0
287-477-0	85535-85-9	Alkanes, C14-17, chloro	Blødgører	15
306-832-3	97416-84-7	1,1'-(isopropylidene)bis[3,5-dibromo-4-(2,3-dibromo-2-methylpropoxy)benzene]		15

911-815-4	Reaction mass of tris(2-chloro-propyl) phosphate and tris(2-chloro-1-methylethyl) phosphate and Phosphoric acid, bis(2-chloro-1-methylethyl) 2-chloro-propyl ester and Phosphoric acid, 2-chloro-1-methylethyl bis(2-chloropropyl) ester	Blødgører	15
-----------	--	-----------	----

Bilag 1.8 Blødgørere

Liste over de 34 additiver, der anvendes som blødgørere i PUR ifølge ECHA (2019). Udtrækket er fra ECHAs plastdatabase, dvs. additiver, der er registreret, og som anvendes i mængder over 100 tons per år.

TABEL 42. Blødgørere, der anvendes i PUR ifølge ECHA (2019)

EC nr.	CAS nr.	Kemisk navn	Anden funktion i plast	Typisk koncentration i procent (%)
201-067-0	77-90-7	Tributyl-O-Acetyl citrate		10,0 - 35,0
201-070-7	77-93-0	Triethyl citrate		10,0 - 35,0
201-071-2	77-94-1	Tributyl citrate		10,0 - 35,0
201-557-4	84-74-2	Dibutyl phthalate		10,0 - 35,0
203-090-1	103-23-1	Bis(2-ethylhexyl) adipate		10,0 - 35,0
203-350-4	105-99-7	Dibutyl adipate		10,0 - 35,0
203-431-4	106-79-6	Dimethyl sebacate		10,0 - 35,0
203-672-5	109-43-3	Dibutyl sebacate		10,0 - 35,0
203-757-7	110-33-8	Dihexyl adipate		10,0 - 35,0
204-211-0	117-81-7	Di-2-ethylhexyl phthalate		2,0 - 35,0
204-558-8	122-62-3	Decanedioic acid, 1,10-bis (2-ethylhexyl) ester		10,0 - 35,0
205-016-3	131-17-9	Di-allyl phthalate		10,0 - 35,0
217-803-9	1962-75-0	Di-n-butyl terephthalate		10,0 - 35,0
222-823-6	3622-84-2	N-butylbenzenesulphonamide; N-butylbenzenesulfonamide		10,0 - 15,0
224-081-9	4196-89-8	1,3-Propanediol, 2,2-dimethyl-, 1,3-dibenzoate		10,0 - 35,0
232-401-3	03-11-8016	Linseed oil, epoxidized		10,0 - 35,0
239-937-7	15834-04-5	2,2-bis[[[1-oxopentyl]oxy]methyl]propane-1,3-diyl divalerate		10,0 - 35,0
241-029-0	16958-92-2	Bis(tridecyl) adipate		10,0 - 35,0
247-660-8	26401-35-4	Diisotridecyl adipate		10,0 - 35,0
248-368-3	27253-26-5	Di-isotridecyl phthalate		10,0 - 35,0
249-079-5	28553-12-0; 68515-48-0	Diisononylphthalate		10,0 - 35,0
249-828-6	29761-21-5	Isodecyl diphenyl phosphate		10
251-646-7	33703-08-1	Diisononyladipate		10,0 - 35,0
258-469-4	53306-54-0	Bis(2-propylheptyl) phthalate		10,0 - 35,0

EC nr.	CAS nr.	Kemisk navn	Anden funktion i plast	Typisk koncentration i procent (%)
271-089-3	68515-47-9	1,2-Benzenedicarboxylic acid, di-C11-14-branched alkyl esters, C13-rich		10,0 - 35,0
271-090-9	68515-48-0	Di-C8-10-Branched alkyl esters, C9-rich		10,0 - 35,0
271-091-4	68515-49-1	Di-C9-11-Branched alkyl esters, C10-rich; Di-isodecyl phthalate		10,0 - 35,0
290-580-3	90193-76-3	1,2-Benzenedicarboxylic acid, di-C16-18-alkyl esters		10,0 - 35,0
304-780-6	94279-36-4	1,2,4-Benzenetricarboxylic acid, tri-C9-11-alkyl esters		10,0 - 35,0
431-890-2	166412-78-8	1,2-Cyclohexanedicarboxylic acid, diisononyl ester, reaction products of hydrogenation of diisononylphthalates (n-butenes based); Di-isononyl cyclohexanoate		10,0 - 35,0
447-010-5	670241-72-2	Nonylbenzoate, branched and linear		10,0 - 35,0
905-983-8		Reaction mass of benzyl 2-ethylhexyl adipate, bis (2-ethylhexyl) adipate, dibenzyl adipate		10,0 - 35,0
931-251-2		bis(decyl and/or dodecyl) benzene-1,2-dicarboxylate		10,0 - 35,0
939-588-7		Dodecanoic acid, ester with 1,2,3-propanetriol, acetylated		10,0 - 35,0

Bilag 1.9 Additiver med andre funktioner

Liste over de 3 additiver, der anvendes som additiver med andre funktioner i PUR ifølge ECHA (2019). Udtrækket er fra ECHAs plastdatabase, dvs. additiver, der er registreret, og som anvendes i mængder over 100 tons per år.

TABEL 43. Additiver med andre funktioner, der anvendes i PUR ifølge ECHA (2019)

EC nr.	CAS nr.	Kemisk navn	Anden funktion i plast	Typisk koncentration i procent (%)
245-442-7	23128-74-7	N,N'-hexane-1,6-diylbis[3-(3,5-di-tert-butyl-4-hydroxyphenyl)propionamide]		0,5
306-084-8	95912-88-2	Fatty acids, C16-18, isotridecyl esters	Smøremiddel	-
309-913-1	101357-16-8	Benzenamine, reaction products with aniline hydrochloride and nitrobenzene, hydrochlorides		1

Bilag 2. Eksempel på rapport for afgangning

I dette bilag er angivet et eksempel på, hvordan afgangningen fra PUR-skumprodukterne er rapporteret i de modtagne analyserapporter. I eksemplet er anvendt produktet med den højeste afgangning, dvs. N-EU 3.

I rapporteringen af de afgassede stoffer er følgende kolonner angivet:

- Stofnavnet (det identificerede kemiske stofs navn) – stoffer skal ifølge den anvendte standard identificeres med 80 % sandsynlighed eller derover. Ellers angives de i stedet som "not identified".
- CAS No. – er CAS-nummeret for det identificerede stof.
- Retention time – er tidspunktet for, hvornår stoffet viser sig som en top i chromatogrammet.
- ID-Cat. – er forskellige kategorier for identiteten for stofferne. Stærkeste identificering er kategori 1, hvor massespektret fra chromatogrammet er sammenlignet med massespektret i bibliotek og underbygget af anden information. Mængden kvantificeres ved en specifik kalibrering for stoffet. De andre ID-kategorier er beskrevet i FIGUR 16 nedenfor. I værste tilfælde er stoffet ikke identificeret og angives som "not identified", og mængden angives i så tilfælde som toluen-ækvivalenter.
- Specific Conc. – er den specifikke, beregnede koncentration. For stoffer med ID-kategori 1 svarer dette til den reelle koncentration af stoffet. For ID-kategori 2 til 4 er mængden af stoffet beregnet, som var det toluen, dvs. som toluen-ækvivalenter.
- Toluene eq. – er koncentrationen af de afgassede stoffer beregnet som toluen-ækvivalenter. Det er denne koncentration, som den totale mængde VOC (TVOC) skal beregnes i, når der skal sammenlignes med TVOC-afgasningskrav i CertiPUR-ordningerne.
- Specific SER – står for den specifikke emissionsrate (Specific Emission Rate) og angiver en hastighed for afgangningen af stoffet (beregnet som specifik koncentration for stoffet for stoffer med ID-kategori 1).

4.1 VOC Emission Test Results after 1 Hour

	CAS No.	Retention time [min]	ID-Cat	Specific Conc. [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Toluene eq. [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Specific SER [$\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{h})$]
VOC compounds						
Carbonic acid, dimethyl ester *	616-38-6	2.39	2	17	17	22
1-Butanol	71-36-3	2.75	1	19	5.7	24
Toluene	108-88-3	4.44	1	15	15	19
Dimethylformamide *	68-12-2	4.72	1	1500	380	1800
Not identified *		4.92	4	3.0	3.0	3.8
Not identified *		5.01	4	2.3	2.3	2.9
Hexanal	66-25-1	5.13	1	5.5	2.7	6.8
Butyl acetate	123-86-4	5.46	1	4.7	2.4	5.9
1,4-Dioxane, 2,5-dimethyl- *	15176-21-3	5.77	3	3.8	3.8	4.7
m/p-Xylene *	179601-23-1	6.57	1	3.7	4.0	4.6
Styrene	100-42-5	6.97	1	5.4	5.5	6.7
α -Pinene *	80-56-8	7.75	1	7.3	7.2	9.1
1,2,4-Trimethylbenzene	95-63-6	8.21	1	2.7	3.3	3.4
Not identified *		8.59	4	2.0	2.0	2.5
2,2,4,6,6-Pentamethylheptane *	13475-82-6	8.65	1	32	37	40
Octamethylcyclotetrasiloxane ^e	556-67-2	8.73	1	150	300	190
3-Caren *	13466-78-9	8.98	1	4.0	4.1	5.0
Tetramethylbutanedinitrile *	3333-52-6	9.22	3	29	29	36
Decamethyltetrasiloxane *	141-62-8	9.71	2	7.2	7.2	9.0
Not identified *		10.38	4	2.1	2.1	2.7
Decamethylcyclopentasiloxane *	541-02-6	10.77	1	110	180	130
Not identified *		10.91	4	3.9	3.9	4.9
Not identified *		11.01	4	3.5	3.5	4.4
n-Dodecane	112-40-3	11.35	1	2.3	3.9	2.8
Dodecamethylpentasiloxane *	141-63-9	11.86	2	6.0	6.0	7.5
Dodecamethylcyclohexasiloxane *	540-97-6	12.68	1	40	39	50
Longifolene *	475-20-7	13.76	1	2.4	2.7	3.0
Not identified *		14.38	4	3.5	3.5	4.4
TVOC				1900	1100	2400
VVOC compounds						
None determined						
TVVOC				< 2	< 2	< 3
SVOC compounds						
None determined						
TSVOC				< 2	< 2	< 3
Carcinogens						
Total carcinogens				< 1	< 1	< 2
Additional compounds						
Dichloromethane	75-09-2		1	< 20		< 30
Aldehydes						
Formaldehyde	50-00-0		1	4.3		5.3
Acetaldehyde	75-07-0		1	< 3		< 4
Propionaldehyde	123-38-6		1	< 3		< 4
Butyraldehyde	123-72-8		1	< 3		< 4
2-butenal	123-73-9		1	< 5		< 7
Glutaraldehyde	111-30-8		1	< 5		< 7

FIGUR 14. Udpluk fra analyserapport på afgangning af stoffer fra N-EU 3 efter 1 time (Eurofins Product Testing A/S)

4.2 VOC Emission Test Results after 3 Days						
	CAS No.	Retention time [min]	ID-Cat	Specific Conc. [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Toluene eq. [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Specific SER [$\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{h})$]
VOC compounds						
Dimethylformamide *	68-12-2	4.69	1	390	100	480
Tetramethylbutanedinitrile *	3333-52-6	9.23	3	13	13	16
Not identified *		10.94	4	2.4	2.4	2.9
Dodecamethylcyclhexasiloxane *	540-97-6	12.74	1	6.3	6.2	7.9
TVOC				410	120	510
VVOC compounds						
None determined						
TVVOC				< 2	< 2	< 3
SVOC compounds						
None determined						
TSVOC				< 2	< 2	< 3
Carcinogens						
Total carcinogens				< 1	< 1	< 2
Additional compounds						
Dichloromethane	75-09-2		1	< 20		< 30
Aldehydes						
Formaldehyde	50-00-0		1	< 3		< 4
Acetaldehyde	75-07-0		1	< 3		< 4
Propionaldehyde	123-38-6		1	< 3		< 4
Butyraldehyde	123-72-8		1	< 3		< 4
2-butenal	123-73-9		1	< 5		< 7
Glutaraldehyde	111-30-8		1	< 5		< 7

FIGUR 15. Udpluk fra analyserapport fra Eurofins Product Testing A/S på afgangning af stoffer fra N-EU 3 efter 3 døgn

5.3 How to Understand the Results

5.3.1 Acronyms Used in the Report

< Means less than

> Means bigger than

* Not a part of our accreditation

▫ Please see section regarding uncertainty in the Appendices.

§ Deviation from method. Please see deviation section

a The method is not optimal for very volatile compounds. For these substances smaller results and a higher measurement uncertainty cannot be ruled out.

b The component originates from the wooden panels and is thus removed.

c The results have been corrected by the emission from wooden panels.

d Very polar organic compounds are not suitable for reliable quantification using tenax TA adsorbent and HP-5 GC column. A high degree of uncertainty must be expected.

e The component may be overestimated due to contribution from the system

SER Specific Emission Rate.

5.3.2 Explanation of ID Category

Categories of Identity:

1: Identified by comparison with a mass spectrum obtained from library and supported by other information and quantified through specific calibration.

2: Identified by comparison with a mass spectrum obtained from library and supported by other information. Quantified as toluene equivalent.

3: Identified with a lower match by comparison with a mass spectrum obtained from a library. Quantified as toluene equivalent.

4: Not identified, quantified as toluene equivalent.

FIGUR 16. Forklaringer til forkortelser i analyserapporten fra Eurofins Product Testing A/S

Bilag 3. Indledende farevurdering

Dette bilag indeholder opslag af nedenstående data for de stoffer, der er identificeret som afgasset fra de 20 PUR-skumprodukter. To tabeller er angivet – én tabel for stoffer identificeret som afgasset efter 1 time, og én tabel for stoffer identificeret som afgasset efter 3 døgn.

Følgende data er angivet i tabellen:

- Stoffets CAS nr.
- Stoffets navn
- Højeste målte koncentration (i $\mu\text{g}/\text{m}^3$), der er afgasset fra de 20 PUR-skumprodukter
- Antal produkter, som stoffet afgasser fra (ud af de 20 analyserede PUR-skumprodukter)
- Stoffernes klassificering: Der er som udgangspunkt listet den harmoniserede klassificering, men hvis denne ikke eksisterer, er der angivet de vigtigste klassificeringer baseret på de notificerede klassificeringer fra REACH-registreringen af stofferne fra ECHAs C&L Inventory³⁸. Med de vigtigste klassificeringer menes følgende klassificeringer:
 - CMR
 - STOT RE
 - STOT SE
 - Acute Tox
 - Skin Sens.
 - Resp. Sens.
- DNEL-værdier for indånding for forbrugere, som angivet i ECHAs database over registrerede stoffer. Værdien er kun angivet, hvis denne findes og hvis stoffet er registreret.

De målte koncentrationer, der afgasser fra produkterne. Der er angivet den højest afgassede koncentration, samt hvor mange af de 20 produkter som stoffet afgasser fra.

³⁸ <https://echa.europa.eu/web/guest/information-on-chemicals/cl-inventory-database>

Bilag 3.1 Stoffer der afgasser efter 1 time fra de 20 PUR-skumprodukter

TABEL 44. Afgassede stoffer identificeret efter 1 time – mængden afgasset er angivet i µg/m³. Stofferne er sorteret, så stoffer afgasset i højest koncentration står øverst i tabellen. Stoffer, der er udvalgt til eksponerings- og risikovurdering, er markeret med fed skrift og grøn baggrundsfarve i tabellen.

CAS Nr.	Stofnavn	Højest målte koncentration (µg/m ³)	Afgasser fra antal produkter ud af 20	Klassificering (tal i parentes angiver de notificerede klassificering)	DNEL-indånding forbrugere (long-term systemic effects) (mg/m ³)	DNEL-indånding forbrugere (short-term, local effects) (mg/m ³)	Kritiske effekt (local effects)	På CoRAP listen	SVHC	Prioritering
Sum VOC	TVOC	1900	20	-	-	-	-	-	-	-
68-12-2	Dimethylformamide *	1500	6	Acute Tox. 4 H312 Eye Irrit. 2 H319 Acute Tox. 4 H332 Repr. 1B H360D	15	30	Repeated dose toxicity	Nej	Ja (Repr.)	Ja, høj koncentration og akut tox ved indånding, og afgasser stadig efter 3 døgn. Er på REACH Kandidatlisten pga. Repr. 1B.
Sat. Aliph. HC > C9	Saturated aliphatic hydrocarbons higher than C9 *	340	10	-	-	-	-	-	-	-
13475-82-6	2,2,4,6,6-Pentamethylheptane *	240	12	Asp. Tox. 1 H304 (88) STOT SE 3 H336 (20) Not classified (6)	no hazard identified	no hazard identified	-	Nej	Nej	Nej, selvom høj koncentration i mange stoffer og afgasser stadig efter 3 døgn. Men anses ikke for at udgøre en fare ifølge registreringsdata.
64-19-7	Acetic acid * a	200	4	Flam. Liq. 3 H226 Skin Corr. 1A H314	no hazard identified	25	Irritation (respiratory tract)	Nej	Nej	
541-02-6	Decamethylcyclopentasiloxane * (D5)	190	16	Ikke klassificeret (2828) Acute Tox. 3 H331 (18) STOT SE 3 H335 (2)	17,3	no hazard identified	Repeated dose toxicity	Nej	Ja (PBT)	Ja, høj koncentration og afgasser fra mange produkter, afgasser også efter 3 døgn. Klassificering dog usikker.
556-67-2	Octamethylcyclotetrasiloxane (D4)	150	6	Aquatic Chronic 4 H413 Repr. 2 H361f	13	no hazard identified	Repeated dose toxicity	Nej	Ja (PBT)	Ja, høj koncentration og reproduktionstoksisk - afgasser dog ikke efter 3 døgn

CAS Nr.	Stofnavn	Højest målte koncentration (µg/m³)	Afgasser fra antal produkter ud af 20	Klassificering (tal i parentes angiver de notificerede klassificering)	DNEL-indånding forbrugere (long-term systemic effects) (mg/m³)	DNEL-indånding forbrugere (short-term, local effects) (mg/m³)	Kritiske effekt (local effects)	På CoRAP listen	SVHC	Prioritering
78-40-0	Triethylphosphate *	120	1	Acute Tox. 4 H302	1,74	low hazard (no threshold derived)	-	Nej	Nej	Nej, lav fare og kun i et produkt
104-76-7	2-Ethyl-1-hexanol	94	8	Acute Tox. 4 H332 (1839) STOT SE 3 H335 (1795) Acute Tox. 4 H312 (66) Skin Sens. 1 H317 (10)	2,3	26,6	Irritation (respiratory tract)	Ja	Nej	Ja, høj koncentration og i mange produkter og afgasser stadig efter 3 døgn.
540-97-6	Dodecamethylcyclohexasiloxane * (D6)	87	11	Ikke klassificeret (242) Eye Irrit. 2 H319 (19)	2,7	1,5	Repeated dose toxicity	Nej	Ja (PBT)	-
280-57-9	Triethylenediamine *	84	1	Acute Tox. 4 H302 (563) STOT SE 3 H335 (122) Acute Tox. 4 H332 (50) Acute Tox. 4 H312 (2) Ikke klassificeret (5)	no hazard identified	no hazard identified	Skin irritation/corrosion	Nej	Nej	
34590-94-8	Dipropylene glycol-methylether *	70	2	Ikke klassificeret (3703) Acute Tox. 4 H302 (5) STOT SE 3 H335 (11)	37,2	no hazard identified	-	Nej	Nej	
123-38-6	Propionaldehyde	63	1	Flam. Liq. 2 H225 Skin Irrit. 2 H315 Eye Irrit. 2 H319 STOT SE 3 H335	ingen data på inhalation	ingen data på inhalation	-	Nej	Nej	
Sum NI-VOC > C9	Sum of not identified VOC >C9 *	57	3	-	-	-	-	-	-	
13466-78-9	3-Carene *	49	15	Asp. Tox. 1 H304 (999) Skin Sens. 1. H317 (999)	ingen information på tox	ingen information på tox	-	Nej	Nej	
108-88-3	Toluene	44	16	Flam. Liq. 2 H225 Skin Irrit. 2 H315 Asp. Tox. 1 H304 STOT SE 3 H336 STOT RE 2 H373 Repr. 2 H361d	56,5	226	Irritation (respiratory tract)	Ja	Nej	Ja i høj konc. I mange produkter. Reproduktionstoksisk. Afgasser også efter 3 døgn.

CAS Nr.	Stofnavn	Højest målte koncentration (µg/m ³)	Afgasser fra antal produkter ud af 20	Klassificering (tal i parentes angiver de notificerede klassificering)	DNEL-indånding forbrugere (long-term systemic effects) (mg/m ³)	DNEL-indånding forbrugere (short-term, local effects) (mg/m ³)	Kritiske effekt (local effects)	På CoRAP listen	SVHC	Prioritering
15176-21-3	1,4-Dioxane, 2,5-dimethyl- *	42	3	Ikke i ECHAs database	Ikke i ECHAs database	Ikke i ECHAs database	-	Nej	Nej	
Not identified	Not identified *	41,1	13	-	-	-	-	-	-	
80-56-8	α-Pinene *	40	20	Acute Tox. 4 H302 (86) Asp. Tox. 1 H304 (1064) Skin Sens. 1 H 317 (899)	0,674	no hazard identified	-	Nej	Nej	Ja, afgasser fra mange produkter, aftager dog efter 3 døgn. Lav DNEL.
Sum SVOC	TSVOC	32	5	-	-	-	-	-	-	Nej (ikke relevant fare)
593-45-3	n-Octadecane *	32	1	Asp. Tox. 1 H304 (849) Ikke klassificeret (80) STOT SE 3 H335 (4)	no hazard identified	no hazard identified	-	Nej	Nej	
3333-52-6	Tetramethylbutanedinitrile *	29	2	Acute Tox. 1 H300 (470) Acute Tox. 1 H310 (445) Acute Tox. 1 H330 (445) STOT SE 1 H370 (68) STOT RE 1 H372 (68) STOT SE 2 H371 (25) STOT RE 2 H373 (25) Ikke klassificeret (1)	Ikke registreret	Ikke registreret	-	Nej	Nej	
141-63-9	Dodecamethylpentasiloxane *	28	5	Ikke klassificeret (133) STOT SE 3 H335 (24)	25	no hazard identified	-	Ja	Nej	-
Other alkylbenzenes	Other alkylbenzenes *	27	3	-	-	-	-	-	-	
21460-36-6	2-Propanol, 1-(2-propenyloxy)- *	27	3	Ikke i ECHAs database	Ikke i ECHAs database	Ikke i ECHAs database	-	Nej	Nej	
629-59-4	n-Tetradecane	21	3	Asp. Tox. 1 H304 (1064) STOT SE 3 H336 (41) Ikke klassificeret (2)	no hazard identified	no hazard identified	-	Nej	Nej	
71-36-3	1-Butanol	19	15	Flam. Liq. 3 H226 Acute Tox. 4 H302 Skin Irrit. 2 H315 Eye Dam. 1 H318 STOT SE 3 H335 STOT SE 3 H336	55,357	no hazard identified	Irritation (respiratory tract)	Ja	Nej	

CAS Nr.	Stofnavn	Højest målte koncentration (µg/m³)	Afgasser fra antal produkter ud af 20	Klassificering (tal i parentes angiver de notificerede klassificering)	DNEL-indånding forbrugere (long-term systemic effects) (mg/m³)	DNEL-indånding forbrugere (short-term, local effects) (mg/m³)	Kritiske effekt (local effects)	På CoRAP listen	SVHC	Prioritering
50-00-0	Formaldehyde	18	14	Acute Tox. 3 H301 Acute Tox. 3 H311 Skin Corr. 1B H314 Skin Sens. 1 H317 Acute Tox. 3 H331 Muta. 2 H341 Carc. 1B H350	3,2	no hazard identified	Repeated dose toxicity	Ja	Nej	Ja, afgasser fra mange produkter, giftig ved indånding, kræftfremkaldende. Afgasser også efter 3 døgn.
Sum NI-SVOC > C16	Sum of not identified SVOC > C16 *	17	1	-	-	-	-	-	-	
616-38-6	Carbonic acid, dimethyl ester *	17	1	Flam. Liq. 2 H225	4,4	42,5	Ikke angivet	Nej	Nej	Nej (ikke relevant fare)
179601-23-1	m/p-Xylene *	15	10	Flam. Liq. 3 H226 Acute Tox. 4 H312 Skin Irrit. 2 H315 Acute Tox. 4 H332	65,3	260	Irritation (respiratory tract)	Ja	Nej	Måske, men afgasser ikke efter 3 døgn
541-05-9	Hexamethylcyclotrisiloxane * e	15	2	Ikke klassificeret (386) STOT SE 3 H335 (41)	64 (men for workers)	ingen data på inhalation	-	Nej	Nej	
107-52-8	Hexatetradecamethylsiloxane * e	15	1	Ikke klassificeret (26) STOT SE 3 H335 (1)	25,4	no hazard identified	-	Nej	Nej	
66-25-1	Hexanal	14	18	Eye Irrit. 2 H319 (1125) Skin Irrit. 2 H315 (7)	2,9	no hazard identified	-	Nej	Nej	Nej (ikke relevant fare)
108-95-2	Phenol *	12	6	Acute Tox. 3 H301 Acute Tox. 3 H311 Skin Corr. 1B H314 Acute Tox. 3 H331 Muta. 2 H341 STOT RE 2 H373	1,32	exposure based waiving	-	Ja	Nej	Ja, giftig ved indånding, afgasser fra en del produkter også efter 3 døgn
78-93-3	Methylethylketone (MEK) a	12	3	Flam. Liq. 2 H225 Eye Irrit. 2 H319 STOT SE 3 H336	106	no hazard identified	-	Ja	Nej	
123-86-4	Butyl acetate	11	4	Flam. Liq. 3 H226 STOT SE 3 H336	35,7	300	Irritation (respiratory tract)	Nej	Nej	

CAS Nr.	Stofnavn	Højest målte koncentration (µg/m ³)	Afgasser fra antal produkter ud af 20	Klassificering (tal i parentes angiver de notificerede klassificering)	DNEL-indånding forbrugere (long-term systemic effects) (mg/m ³)	DNEL-indånding forbrugere (short-term, local effects) (mg/m ³)	Kritiske effekt (local effects)	På CoRAP listen	SVHC	Prioritering
470-82-6	Eucalyptol *	10	1	Skin Sens. 1B H317 (1138) Ikke klassificeret (8) STOT SE 3 H335 (2)	1,74	no hazard identified	-	Nej	Nej	
75-07-0	Acetaldehyde	9,5	2	Flam. Liq. 1 H224 Eye Irrit. 2 H319 STOT SE 3 H335 Muta. 2 H341 Carc. 1B H350	ingen data på inhalation	ingen data på inhalation	-	Nej	Nej	Nej, selvom carc. Ingen data på inhalation og afgasser ikke efter 3 døgn.
112-40-3	n-Dodecane	9,1	9	Asp. Tox. 1 H304 (422) STOT SE 3 H335 (33) Ikke klassificeret (4)	no hazard identified	no hazard identified	-	Nej	Nej	
141-32-2	Butylacrylate	8,2	2	Flam. Liq. 3 H226 Skin Irrit. 2 H315 Eye Irrit. 2 H319 Skin Sens. 1 H317 STOT SE 3 H335	no hazard identified	no hazard identified	Irritation (respiratory tract)	Ja	Nej	
629-50-5	n-Tridecane	8	4	Asp. Tox. 1 H304 (330) STOT SE 3 H335 (17) STOT SE 3 H336 (7)	no hazard identified	no hazard identified	-	Nej	Nej	
2460-77-7	2,5-di-tert-Butyl-1,4-benzoquinone*	7,9	1	STOT SE 3 H335 (59)	ingen information på tox	ingen information på tox	-	Nej	Nej	
95-47-6	o-Xylene	7,6	2	Flam. Liq. 3 H226 Acute Tox. 4 H312 Skin Irrit. 2 H315 Acute Tox. 4 H332	65,3	260	Irritation (respiratory tract)	Ja	Nej	Måske, men afgasser ikke efter 3 døgn
89-78-1	Menthol *	7,4	1	STOT SE 3 H335 (31) Ikke klassificeret (6) Acute Tox. 4 H 302 (3)	16,3	0,5	Ikke angivet	Nej	Nej	
475-20-7	Longifolene *	7,3	3	Asp. Tox. 1 H304 (880) Skin Sens. 1 H317 (880)	ingen data på inhalation	ingen data på inhalation	-	Nej	Nej	
141-62-8	Decamethyltetrasiloxane *	7,2	3	Ikke klassificeret (103)	25	no hazard identified	-	Ja	Nej	

CAS Nr.	Stofnavn	Højest målte koncentration (µg/m ³)	Afgasser fra antal produkter ud af 20	Klassificering (tal i parentes angiver de notificerede klassificering)	DNEL-indånding forbrugere (long-term systemic effects) (mg/m ³)	DNEL-indånding forbrugere (short-term, local effects) (mg/m ³)	Kritiske effekt (local effects)	På CoRAP listen	SVHC	Prioritering
127-18-4	Tetrachloroethylene *	7,2	2	Carc. 2 H351 Aquatic Chronic 2 H411	0,25	no hazard identified	-	Ja	Nej	Måske (carc.), men afgasser ikke efter 3 døgn
98-83-9	α-Methylstyrene	6,6	2	Flam. Liq. 3 H226 Eye Irrit. 2 H319 STOT SE 3 H335 Aquatic Chronic 2 H411	41	ingen data på inhalation	-	Nej	Nej	
128-37-0	Butylhydroxytoluene BHT *	6,5	2	Ikke klassificeret (181) Acute Tox. 4 H302 (339) Acute Tox. 4 H312 (131) Acute Tox. 4 H332 (80) STOT SE 3 H335 (113) STOT RE 2 H373 (113) Skin Sens. 1 H317 (56) STOT SE 1 H370 (49)	0,86	no-threshold effect and/or no dose-response information available	-	Ja	Nej	
1000215-29-0	cis-3-Methyl-endotricyclo[5.2.1.0(2.6)]decane *	6,1	1	Ikke i ECHAs database	Ikke i ECHAs database	Ikke i ECHAs database	-	-	-	
103-11-7	2-Ethylhexyl acrylate	6	1	Skin Irrit. 2 H315 Skin Sens. 1 H317 STOT SE 3 H335	ingen data på inhalation	low hazard (no threshold derived)	Irritation (respiratory tract)	Nej	Nej	
57-55-6	1,2-Propandiol (Propylene glycol) *	5,8	2	Ikke klassificeret (4430) Acute Tox. 4 H302 (16) STOT SE 3 H335 (9) Skin Sens. 1 H317 (2)	50	no hazard identified	Repeated dose toxicity	Nej	Nej	
1120-21-4	n-Undecane	5,7	5	Asp. Tox. 1 H304 (304) STOT SE 3 H335 (5)	no hazard identified	no hazard identified	-	Nej	Nej	
1137-12-8	Longicyclene *	5,6	2	Kun klassificeret med miljøfare	Ikke registreret	Ikke registreret	-	Nej	Nej	Nej (ikke relevant fare)
100-42-5	Styrene	5,4	4	Flam. Liq. 3 H226 Skin Irrit. 2 H315 Eye Irrit. 2 H319 Acute Tox. 4 H332 STOT RE 1 H372	10,2	182,75	acute toxicity	Nej	Nej	Måske, men afgasser ikke efter 3 døgn

CAS Nr.	Stofnavn	Højest målte koncentration (µg/m ³)	Afgasser fra antal produkter ud af 20	Klassificering (tal i parentes angiver de notificerede klassificering)	DNEL-indånding forbrugere (long-term systemic effects) (mg/m ³)	DNEL-indånding forbrugere (short-term, local effects) (mg/m ³)	Kritiske effekt (local effects)	På CoRAP listen	SVHC	Prioritering
				(hearing organs) Repr. 2 H361d						
95-50-1	1,2-Dichlorbenzen *	5,4	1	Acute Tox. 4 H302 Skin Irrit. 2 H315 Eye Irrit. 2 H319 STOT SE 3 H335 Aquatic Acute 1 H400 Aquatic Chronic 1 H410	1	medium hazard (no threshold derived)	Irritation (respiratory tract)	Ja	Nej	
106-46-7	1,4-Dichlorobenzene	5	1	Eye Irrit. 2 H319 Carc. 2 H351 Aquatic Acute 1 H400 Aquatic Chronic 1 H410	8,2	ingen data på inhalation	-	Nej	Nej	
100-41-4	Ethylbenzene	4,5	1	Flam. Liq. 2 H225 Acute Tox. 4 H332 Asp. Tox. 1 H304 STOT RE 2 H373 (hearing organs)	15	no hazard identified	-	Nej	Nej	
108-94-1	Cyclohexanone *	4,4	5	Flam. Liq. 3 H226 Acute Tox. 4 H332	10	40	Skin irritation/corrosion	Ja	Nej	Måske, er giftig ved indånding og afgasser også efter 3 døgn
95-63-6	1,2,4-Trimethylbenzene	4,4	2	Flam. Liq. 3 H226 Skin Irrit. 2 H315 Eye Irrit. 2 H319 Acute Tox. 4 H332 STOT SE 3 H335 H335 Aquatic Chronic 2 H411	29,4	29,4	Irritation (respiratory tract)	Nej	Nej	Nej, afgasser ikke efter 3 døgn
Sum carcinogens	Total carcinogens	4,3	1	-	-	-	-	-	-	
107-06-2	1,2-Dichloroethane	4,3	1	Flam. Liq. 2 H225 Acute Tox. 4 H302 Skin Irrit. 2 H315 Eye Irrit. 2 H319	2,9	ingen data på inhalation	-	Nej	Ja	Nej, selvom Carc. Men afgasser ikke efter 3 døgn og kun set fra et produkt.

CAS Nr.	Stofnavn	Højest målte koncentration (µg/m ³)	Afgasser fra antal produkter ud af 20	Klassificering (tal i parentes angiver de notificerede klassificering)	DNEL-indånding forbrugere (long-term systemic effects) (mg/m ³)	DNEL-indånding forbrugere (short-term, local effects) (mg/m ³)	Kritiske effekt (local effects)	På CoRAP listen	SVHC	Prioritering
				STOT SE 3 H335 Carc. 1B H350						
629-62-9	n-Pentadecane *	3,6	3	Asp. Tox. 1 H304 (226) STOT SE 3 H336 (7) STOT SE 3 H335 (4) Ikke klassificeret (4)	no-threshold effect and/or no dose-response information available	no-threshold effect and/or no dose-response information available	-	Nej	Nej	
617-94-7	2-Phenyl-2-propanol *	3,3	1	Acute Tox. 4 H302 (1071) STOT SE 3 H335 (25) Acute Tox. 4 H312 (2) Acute Tox. 4 H332 (1)	ingen information på tox	ingen information på tox	-	Nej	Nej	
138-86-3	Limonene *	3	4	Flam. Liq. 3 H226 Skin Irrit. 2 H315 Skin Sens. 1 H317 Aquatic Acute 1 H400 Aquatic Chronic 1 H410	ingen data på inhalation	ingen data på inhalation	-	Nej	Nej	
124-18-5	n-Decane	2,9	1	Asp. Tox. 1 H304 (1043) STOT SE 3 H335 (60) Acute Tox. 4 H332 (71) Acute Tox. 4 H302 (24)	no hazard identified	no hazard identified	-	Nej	Nej	
142-82-5	n-Heptane	2,7	2	Flam. Liq. 2 H225 Skin Irrit. 2 H315 Asp. Tox. 1 H304 STOT SE 3 H336 Aquatic Acute 1 H400 Aquatic Chronic 1 H410	447	ingen data på inhalation	-	Nej	Nej	
100-52-7	Benzaldehyde e	2,7	1	Acute Tox. 4 H302	4,9	no hazard identified	Irritation (respiratory tract)	Ja	Nej	
25265-77-4	Texanol *	2,7	1	Ikke klassificeret (499) STOT SE H335 (1)	14,5	no hazard identified	-	Nej	Nej	
5131-66-8	1-Butoxy-2-propanol *	2,6	1	Skin Irrit. 2 H315 Eye Irrit. 2 H319	43	no hazard identified	-	Nej	Nej	

CAS Nr.	Stofnavn	Højest målte koncentration (µg/m ³)	Afgasser fra antal produkter ud af 20	Klassificering (tal i parentes angiver de notificerede klassificering)	DNEL-indånding forbrugere (long-term systemic effects) (mg/m ³)	DNEL-indånding forbrugere (short-term, local effects) (mg/m ³)	Kritiske effekt (local effects)	På CoRAP listen	SVHC	Prioritering
127-91-3	β-Pinene *	2,5	1	Asp. Tox. 1 H304 (1421) Skin Sens. 1 H317 (1410) STOT SE 3 H335 (23) Acute Tox. 4 H302 (3) Acute Tox. 4 H312 (6) Acute Tox. 4 H332 (6)	Ikke registreret	Ikke registreret	-	Nej	Nej	
103-65-1	n-Propylbenzene	2,5	1	Flam. Liq. 3 H226 Asp. Tox. 1 H304 STOT SE 3 H335 Aquatic Chronic 2 H411	Ikke registreret	Ikke registreret	-	Nej	Nej	
107-41-5	Hexylene glycol (2-methyl-2,4-pentanediol) *	2,4	1	Skin Irrit. 2 H315 Eye Irrit. 2 H319	7,8	49	Skin irritation/corrosion	Nej	Nej	
1135-66-6	Isolongifolene *	2,3	1	Asp. Tox. 1 H304 (916) Skin Sens. 1 H317 (18) Acute Tox. 4 H302 (1)	ingen information på tox	ingen information på tox	-	Nej	Nej	

Bilag 3.2 Stoffer der afgasser efter 3 døgn fra de 20 PUR-skumprodukter

TABEL 45. Afgassede stoffer identificeret efter 3 døgn – mængden afgasset er angivet i µg/m³. Stofferne er sorteret, så stoffer afgasset i højest koncentration står øverst i tabellen. Stoffer, der er udvalgt til eksponerings- og risikovurdering, er markeret med fed skrift og grøn baggrundsfarve i tabellen.

CAS Nr.	Stofnavn	Højest målte koncentration (µg/m ³)	Afgasser fra antal produkter ud af 20	Klassificering (tal i parentes angiver de notificerede klassificeringer)	DNEL-indånding forbrugere (long-term systemic effects) (mg/m ³)	DNEL-indånding forbrugere (short-term, local effects) (mg/m ³)	Kritiske effekt (local effects)	På CoRAP listen	SVHC	Prioritering
Sum VOC	TVOC	410	19	-	-	-	-	-	-	
68-12-2	Dimethylformamide *	390	3	Acute Tox. 4 H312 Eye Irrit. 2 H319 Acute Tox. 4 H332 Repr. 1B H360D	15	30	Repeated dose toxicity	Nej	Ja (Repr.)	Ja, høj koncentration og akut tox ved indånding, og afgasser stadig efter 3 døgn. Er på REACH Kandidatlisten pga. Repr. 1B.
78-40-0	Triethylphosphate *	190	1	Acute Tox. 4 H302	1,74	low hazard (no threshold derived)	-	Nej	Nej	Nej, lav fare og kun i et produkt
280-57-9	Triethylenediamine *	180	1	Acute Tox. 4 H302 (563) STOT SE 3 H335 (122) Acute Tox. 4 H332 (50) Acute Tox. 4 H312 (2) Ikke klassificeret (5)	no hazard identified	no hazard identified	Skin irritation/corrosion	Nej	Nej	
108-32-7	Propylene carbonate *	110	1	Eye Irrit. 2 H319	17,4	no hazard identified	Repeated dose toxicity	Nej	Nej	
Sat. Aliph. HC > C9	Saturated aliphatic hydrocarbons higher than C9 *	72	8	-	-	-	-	-	-	
104-76-7	2-Ethyl-1-hexanol	60	8	Acute Tox. 4 H332 (1839) STOT SE 3 H335 (1795) Acute Tox. 4 H312 (66) Skin Sens. 1 H317 (10)	2,3	26,6	Irritation (respiratory tract)	Ja	Nej	Ja, høj koncentration og i mange produkter og afgasser stadig efter 3 døgn.
Not identified	Not identified *	48,3	11	-	-	-	-	-	-	

CAS Nr.	Stofnavn	Højest målte koncentration (µg/m³)	Afgasser fra antal produkter ud af 20	Klassificering (tal i parentes angiver de notificerede klassificeringer)	DNEL-indånding forbrugere (long-term systemic effects) (mg/m³)	DNEL-indånding forbrugere (short-term, local effects) (mg/m³)	Kritiske effekt (local effects)	På CoRAP listen	SVHC	Prioritering
540-97-6	Dodecamethylcyclohexasiloxane *	48	10	Ikke klassificeret (242) Eye Irrit. 2 H319 (19)	2,7	1,5	Repeated dose toxicity	Nej	Ja (PBT)	-
13475-82-6	2,2,4,6,6-Pentamethylheptane *	36	2	Asp. Tox. 1 H304 (88) STOT SE 3 H336 (20) Not classified (6)	no hazard identified	no hazard identified	-	Nej	Nej	Nej, selvom høj koncentration i mange stoffer og afgasser stadig efter 3 døgn. Men anses ikke for at udgøre en fare ifølge registreringsdata.
123-38-6	Propionaldehyde	33	1	Flam. Liq. 2 H225 Skin Irrit. 2 H315 Eye Irrit. 2 H319 STOT SE 3 H335	ingen data på inhalation	ingen data på inhalation	-	Nej	Nej	
34590-94-8	Dipropylene glycolmethylether *	33	2	Ikke klassificeret (3703) Acute Tox. 4 H302 (5) STOT SE 3 H335 (11)	37,2	no hazard identified	-	Nej	Nej	
64-19-7	Acetic acid * a	28	4	Flam. Liq. 3 H226 Skin Corr. 1A H314	no hazard identified	25	Irritation (respiratory tract)	Nej	Nej	
Sum SVOC	TSVOC	18	6	-	-	-	-	-	-	
Sat. Aliph. HC > C16	Saturated aliphatic hydrocarbons >C16 *	18	1	-	-	-	-	-	-	
107-52-8	Tetradecamethylhexasiloxane *	18	1	Ikke klassificeret (26) STOT SE 3 H335 (1)	25,4	no hazard identified	-	Nej	Nej	
Sum NI-VOC > C9	Sum of not identified VOC >C9 *	17	2	-	-	-	-	-	-	
29911-82-2	Dipropylene glycol mono-n-butylether *	16	1	Ikke i ECHAs database	Ikke i ECHAs database	Ikke i ECHAs database	-	Nej	Nej	
3333-52-6	Tetramethylbutanedinitrile *	15	3	Acute Tox. 1 H300 (470) Acute Tox. 1 H310 (445) Acute Tox. 1 H330 (445) STOT SE 1 H370 (68) STOT RE 1 H372 (68) STOT SE 2 H371 (25)	Ikke registreret	Ikke registreret	-	Nej	Nej	

CAS Nr.	Stofnavn	Højest målte koncentration (µg/m³)	Afgasser fra antal produkter ud af 20	Klassificering (tal i parentes angiver de notificerede klassificeringer)	DNEL-indånding forbrugere (long-term systemic effects) (mg/m³)	DNEL-indånding forbrugere (short-term, local effects) (mg/m³)	Kritiske effekt (local effects)	På CoRAP listen	SVHC	Prioritering
				STOT RE 2 H373 (25) Ikke klassificeret (1)						
108-95-2	Phenol *	13	7	Acute Tox. 3 H301 Acute Tox. 3 H311 Skin Corr. 1B H314 Acute Tox. 3 H331 Muta. 2 H341 STOT RE 2 H373	1,32	exposure based waiving	-	Ja	Nej	Ja, giftig ved indånding, afgasser fra en del produkter også efter 3 døgn
629-59-4	n-Tetradecane	13	1	Asp. Tox. 1 H304 (1064) STOT SE 3 H336 (41) Ikke klassificeret (2)	no hazard identified	no hazard identified	-	Nej	Nej	
141-63-9	Dodecamethylpentasiloxane *	13	1	Ikke klassificeret (133) STOT SE 3 H335 (24)	25	no hazard identified	-	Ja	Nej	-
108-88-3	Toluene	11	1	Flam. Liq. 2 H225 Skin Irrit. 2 H315 Asp. Tox. 1 H304 STOT SE 3 H336 STOT RE 2 H373 Repr. 2 H361d	56,5	226	Irritation (respiratory tract)	Ja	Nej	Ja i høj konc. I mange produkter. Reproduktionstoksisk. Afgasser også efter 3 døgn.
128-37-0	Butylhydroxytoluene BHT *	10	2	Ikke klassificeret (181) Acute Tox. 4 H302 (339) Acute Tox. 4 H312 (131) Acute Tox. 4 H332 (80) STOT SE 3 H335 (113) STOT RE 2 H373 (113) Skin Sens. 1 H317 (56) STOT SE 1 H370 (49)	0,86	no-threshold effect and/or no dose-response information available	-	Ja	Nej	?
2460-77-7	2,5-di-tert-Butyl-1,4-benzoquinone*	9,7	1	STOT SE 3 H335 (59)	ingen information på tox	ingen information på tox	-	Nej	Nej	
62183-79-3	2,2,4,4-Tetramethyloctane *	8,9	1	Ikke i ECHAs database	Ikke i ECHAs database	Ikke i ECHAs database	-	Nej	Nej	
108-94-1	Cyclohexanone *	8,5	1	Flam. Liq. 3 H226 Acute Tox. 4 H332	10	40	Skin irritation/corrosion	Ja	Nej	Måske

CAS Nr.	Stofnavn	Højest målte koncentration (µg/m³)	Afgasser fra antal produkter ud af 20	Klassificering (tal i parentes angiver de notificerede klassificeringer)	DNEL-indånding forbrugere (long-term systemic effects) (mg/m³)	DNEL-indånding forbrugere (short-term, local effects) (mg/m³)	Kritiske effekt (local effects)	På CoRAP listen	SVHC	Prioritering
50-00-0	Formaldehyde	8,4	9	Acute Tox. 3 H301 Acute Tox. 3 H311 Skin Corr. 1B H314 Skin Sens. 1 H317 Acute Tox. 3 H331 Muta. 2 H341 Carc. 1B H350	3,2	no hazard identified	Repeated dose toxicity	Ja	Nej	Ja, afgasser fra mange produkter, giftig ved indånding, kræftfremkaldende. Afgasser også efter 3 døgn.
149-57-5	2-Ethylhexanoic acid *	7,9	3	Repr. 2 H361d	3,5	low hazard (no threshold derived)	-	Ja	Nej	
475-20-7	Longifolene *	5,7	2	Asp. Tox. 1 H304 (880) Skin Sens. 1 H317 (880)	ingen data på inhalation	ingen data på inhalation	-	Nej	Nej	
80-56-8	α-Pinene *	5,6	1	Acute Tox. 4 H302 (86) Asp. Tox. 1 H304 (1064) Skin Sens. 1 H 317 (899)	0,674	no hazard identified	-	Nej	Nej	Ja, afgasser fra mange produkter, aftager dog efter 3 døgn. Lav DNEL.
21460-36-6	1-(2-Propenyloxy)-2-propanol *	5,4	2	Ikke i ECHAs database	Ikke i ECHAs database	Ikke i ECHAs database	-	Nej	Nej	
13466-78-9	3-Carene *	5,2	1	Asp. Tox. 1 H304 (999) Skin Sens. 1. H317 (999)	ingen information på tox	ingen information på tox	-	Nej	Nej	
629-62-9	n-Pentadecane *	4,9	1	Asp. Tox. 1 H304 (226) STOT SE 3 H336 (7) STOT SE 3 H335 (4) Ikke klassificeret (4)	no-threshold effect and/or no dose-response information available	no-threshold effect and/or no dose-response information available	-	Nej	Nej	
25265-77-4	Texanol *	4,8	1	Ikke klassificeret (499) STOT SE H335 (1)	14,5	no hazard identified	-	Nej	Nej	
1137-12-8	Longicyclene *	4,2	1	Kun klassificeret med miljøfare	Ikke registreret	Ikke registreret	-	Nej	Nej	Nej (ikke relevant fare)
541-02-6	Decamethylcyclopentasiloxane *	4,1	3	Ikke klassificeret (2828) Acute Tox. 3 H331 (18) STOT SE 3 H335 (2)	17,3	no hazard identified	Repeated dose toxicity	Nej	Ja (PBT)	Ja, høj koncentration og afgasser fra mange produkter, afgasser

CAS Nr.	Stofnavn	Højest målte koncentration (µg/m³)	Afgasser fra antal produkter ud af 20	Klassificering (tal i parentes angiver de notificerede klassificeringer)	DNEL-indånding forbrugere (long-term systemic effects) (mg/m³)	DNEL-indånding forbrugere (short-term, local effects) (mg/m³)	Kritiske effekt (local effects)	På CoRAP listen	SVHC	Prioritering
også efter 3 døgn. Klassificering dog usikker.										
112-40-3	n-Dodecane	3,4	1	Asp. Tox. 1 H304 (422) STOT SE 3 H335 (33) Ikke klassificeret (4)	no hazard identified	no hazard identified	-	Nej	Nej	
103-11-7	2-Ethylhexyl acrylate	3	1	Skin Irrit. 2 H315 Skin Sens. 1 H317 STOT SE 3 H335	ingen data på inhalation	low hazard (no threshold derived)	Irritation (respiratory tract)	Nej	Nej	
98-83-9	α-Methylstyrene	3	1	Flam. Liq. 3 H226 Eye Irrit. 2 H319 STOT SE 3 H335 Aquatic Chronic 2 H411	41	ingen data på inhalation	-	Nej	Nej	
66-25-1	Hexanal	2,9	4	Eye Irrit. 2 H319 (1125) Skin Irrit. 2 H315 (7)	2,9	no hazard identified	-	Nej	Nej	Nej (ikke relevant fare)
629-50-5	n-Tridecane	2,7	1	Asp. Tox. 1 H304 (330) STOT SE 3 H335 (17) STOT SE 3 H336 (7)	no hazard identified	no hazard identified	-	Nej	Nej	
544-76-3	n-Hexadecane	2,3	1	Asp. Tox. 1 H304 (1063) STOT SE 3 H335 (45)	no-threshold effect and/or no dose-response information available	no-threshold effect and/or no dose-response information available	-	Nej	Nej	

Bilag 4. Oversigt over de analyserede bromerede flammehæmmere

Dette bilag indeholder en oversigt over de individuelle bromerede flammehæmmere, der er analyseret for, og som indgår i de summer, der er beskrevet i afsnit 10.2 "Kontrolanalyser for indhold af bromerede flammehæmmere".

Name	CAS
alpha-HBCD ^a	134237-60-8
beta-HBCD ^a	134237-61-7
gamma-HBCD ^a	134237-62-8
HBCD (total alpha, beta, gamma) ^a	Sum of the above
2,2',4'-TriBDE (BDE-17) ^a	147217-75-2
2,4,4'-TriBDE (BDE-28) ^a	41318-75-8
sum of analysed TriBDEs ^a	Sum of the above
2,2',4,4'-TetraBDE (BDE-47) ^a	5438-43-1
2,2',4,5'-TetraBDE (BDE-49) ^a	243982-82-3
2,3',4,4'-TetraBDE (BDE-66) ^a	189084-61-5
2,3',4',6'-TetraBDE (BDE-71) ^a	189084-62-6
3,3',4,4'-TetraBDE (BDE-77) ^a	93703-48-1
sum of analysed TetraBDEs ^a	Sum of the above
2,2',3,4,4'-PentaBDE (BDE-85) ^a	182346-21-0
2,2',4,4',5'-PentaBDE (BDE-99) ^a	60348-60-9
2,2',4,4',6'-PentaBDE (BDE-100) ^a	189084-64-8
2,3',4,4',6'-PentaBDE (BDE-119) ^a	189084-66-0
3,3',4,4',5'-PentaBDE (BDE-126) ^a	366791-32-4
sum of analysed PentaBDEs ^a	Sum of the above
2,2',3,4,4',5'-HexaBDE (BDE-138) ^a	182677-30-1
2,2',4,4',5,5'-HexaBDE (BDE-153) ^a	68631-49-2
2,2',4,4',5,6'-HexaBDE (BDE-154) ^a	207122-15-4
2,3,3',4,4',5'-HexaBDE (BDE-156) ^a	
sum of analysed HexaBDEs ^a	Sum of the above
2,2',3',4,4',5',6'-HeptaBDE (BDE-183) ^a	207122-16-5
2,2',3,4,4',6,6'-HeptaBDE (BDE-184) ^a	117948-63-7
2,3,3',4,4',5',6'-HeptaBDE (BDE-191) ^a	189084-68-2
sum of analysed HeptaBDEs ^a	Sum of the above
2,2',3,3',4,4',5,6'-OctaBDE (BDE-196) ^a	446255-39-6
2,2',3,3',4,4',6,6'-OctaBDE (BDE-197) ^a	
sum of analysed OctaBDEs ^a	Sum of the above
2,2',3,3',4,4',5,5',6'-NonaBDE (BDE-206) ^a	63387-28-0
2,2',3,3',4,4',5,6,6'-NonaBDE (BDE-207) ^a	437701-79-6
sum of analysed NonaBDEs ^a	Sum of the above
DecaBDE (BDE-209) ^a	1163-19-5
Sum of analysed BDEs ^a	Sum of all of the above

FIGUR 17. Oversigt over de individuelle bromerede flammehæmmere, der er analyseret for

Bilag 5. Beregning af eksponering og risiko

I dette bilag præsenteres de mere detaljerede eksponeringsberegninger samt beregning af RCR-værdier, dvs. risikoen for sundhedsmæssige effekter. Tabeller med de anvendte værdier til beregningerne er gengivet på de efterfølgende sider. Til beregningerne er der anvendt metoden, som beskrevet i kapitel 14.

De beregninger, der er præsenteret i dette bilag, er:

1. Eksponering for hvert enkelt af de 20 undersøgte produkter i indåndingszonen (se afsnit 15.1).
2. Ekstrem worst-case – flere produkter i indåndingszonen (se afsnit 15.2)
3. Realistisk worst-case – flere produkter i indåndingszonen, men fordelt på sovetid og vågen tid (se afsnit 15.3)
4. Realistisk worst-case – flere produkter i et rum, hvor afgasningen fra produkterne fordeler sig i hele rummet. Her er der beregnet et scenarie for babyer (se afsnit 15.4.1) og teenagere (se afsnit 15.4.2).

Bilag 5.1 Eksponering for hvert enkelt af de 20 undersøgte produkter i indåndingszonen

Indledningsvist er eksponeringen beregnet for hvert enkelt af de 20 produkter, hvor det antages, at der er en klods på 40 cm x 40 cm x højden af det enkelte produkt, der afgasser direkte i indåndingszonen. Rådata, der er anvendt til beregningerne er angivet i TABEL 46 nedenfor, som indeholder:

- De afgassede koncentrationer for de enkelte produkter for den opgivne standard loading factor på 0,4 m²/m³ ved både 1 time og efter 3 døgn (angivet i parentes).
- Disse koncentrationer kan omregnes til aktuelle koncentrationer for en klods på 40 cm x 40 cm x højden af produktet ved hjælp af beregning af den aktuelle loading factor (se metodebeskrivelse i kapitel 14). De aktuelle loading factors er beregnet for de 20 produkter. Beregningen af de aktuelle koncentrationer er ikke angivet i tabellen.
- RCR-værdierne beregnes ved hjælp af de korrigerede DNEL-værdier, der tager højde for 18 timers eksponering og ikke 24 timers eksponering. De anvendte korrigerede DNEL-værdier for de 9 stoffer er angivet, men de beregnede RCR-værdier er ikke angivet. Disse kan findes i TABEL 29 i kapitel 15.1.

TABEL 46. Rådata anvendt til beregninger af RCR-værdi: Afgassede koncentrationer (i µg/m³) efter 1 time (og 3 døgn) for de ni udvalgte stoffer fra de 20 indkøbte PUR-skumprodukter, beregnet aktuel loading factor for en klods på 40 x 40 cm x højden af de 20 produkter, samt anvendt korrigeret DNEL-værdi for de ni stoffer, der tager højde for 18 timers eksponering. Tomme felter indikerer, at der ikke er målt en afgasning af stoffet over detektionsgrænsen.

Produkt	DMF	D4	D5	D6	2-ethyl-1-hexanol	Toluen	alpha-pinen	Formaldehyd	Phenol	Beregnet aktuel loading factor (m ² /m ³)
N-EU 2	21 (19)		18 (4,1)	27 (18)	0 (2,1)	44 (0)	3,8 (0)	12 (7,8)	0 (2,4)	0,58

Produkt	DMF	D4	D5	D6	2-ethyl-1-hexanol	Toluen	alpha-pinen	Formaldehyd	Phenol	Beregnet ak-tuel loading factor (m ² /m ³)
N-EU 3	1500 (390)	150 (0)	110 (0)	40 (6,3)		15 (0)	7,3 (0)	4,3 (0)		3,03
N-EU 4		73 (0)	190 (0)	61 (32)		2,7 (0)	8,8 (0)	8,9 (4,4)		2,33
N-EU 5			3,7 (0)	13 (3,7)		26 (0)	4,1 (0)	3,8 (0)		2,18
N-EU 6			3,5 (0)	2,1 (0)	0 (9)	2,3 (0)	3,1 (0)	7,7 (4,3)	3,1 (2,1)	2,64
EU 1	11 (0)				15 (11)	2,5 (0)	5,9 (0)	3,4 (0)	12 (12)	0,47
EU 2		17 (0)	21 (2,4)	10 (4,5)		4,9 (0)	3,1 (0)		0 (7,6)	3,97
EU 3	11 (7,5)		6,2 (0)	4,8 (2,8)	94 (60)		3,9 (0)		5,7 (5,5)	1,61
EU 4					3 (2,4)	2,2 (0)	3,8 (0)	12 (6,8)		2,18
EU 5		11 (0)	18 (0)			3,1 (0)	9,7 (0)	5,3	6,7 (4,1)	2,54
DK 1		11 (0)	34 (0)	9,6 (2,1)	3,1 (0)	2,4 (0)	25 (0)			4,05
DK 2			10 (0)		5 (0)		4,2 (0)	7,7 (7,1)	2,4 (0)	1,75
DK 3			3,3 (0)		3,7 (2)	2,6 (0)	4,1 (0)	5,5 (4,7)		1,88
DK 4			40 (0)	42 (13)		4 (0)	5,5 (0)	5,3 (4,2)		2,42
DK 5			13 (0)		3 (0)	3,4 (0)	11 (0)			2,29
DK 6						2,3 (0)	40 (5,6)			1,75
DK 7			3,4 (0)			3,4 (0)	5,6 (0)	4,6 (3,3)		2,35
DK 8	8 (0)		15 (0)	26 (15)		33 (0)	12 (0)	4,6 (0)		1,99
DK 9		67 (0)	160 (3,5)	87 (48)	0 (2,5)	0 (11)	8,5 (0)		12 (13)	2,62
DK 10	3,5 (0)				4,8 (3,4)		5 (0)	18 (8,4)		2,06
Antal pr. med af-gasning	6 (3)	6 (0)	16 (3)	11 (10)	8 (8)	16 (1)	20 (1)	14 (9)	6 (7)	
Korrige-ret DNEL	107	1333	5752	173	400	3867	899	67	93	

I tabellen er der nederst angivet for hvor mange af de 20 produkter de ni udvalgte stoffer afgasser fra – efter både 1 time og 3 døgn (angivet i parentes).

Bilag 5.2 Ekstrem worst-case – flere produkter i indåndingszonen i soveværelset

TABEL 47. Eksempel på beregning af eksponering og risiko for stoffet DMF for ekstrem worst-case scenariet med flere produkter i indåndingszonen

Produkt	Produkt med højest koncentration	Produkt brugt til beregning af overfladeareal	Højeste koncentration af stoffet (µg/m ³)	Højden på produktet (m)	Længden af produktet (m)	Bredden af produktet (m)	Beregnet overfladeareal af produktet (m ²)	Volumen klimakammer (m ³)	Aktuel loading factor for produktet (m ² /m ³)	Standard loading factor (m ² /m ³)	Beregnet koncentration i indåndingszonen (µg/m ³)	Eksponeringstid (timer)	DNEL (µg/m ³)	RCR (-)
Babymadras	N-EU3	N-EU 3	1500	0,125	0,40	0,40	0,360	0,119	3,03	0,4	11.345	24	80	141,8
Babyhovedpude	N-EU3	EU 1	1500	<i>Her anvendes aktuel loading factor*</i>				0,119	0,5	0,4	1875	24	80	23,4
Sengerand	N-EU3	DK 3	1500	0,04	0,40	0,40	0,224	0,119	1,88	0,4	7059	24	80	88,2
Sum alle produkter											20.278,4		253,5	

* Babyhovedpuden blev lagt hel ind i klimakammeret, hvorfor der anvendes den aktuelle loading factor fra analyserapporten

På tilsvarende vis foretages beregningerne for de andre otte stoffer. Disse er imidlertid ikke vist i detaljer, da grunddata for beregningerne er de samme, men selvfølgelig med variationer i den højest målte koncentration og i den anvendte DNEL-værdi. Resultatet af beregningerne er vist i de efterfølgende tabeller, dvs. TABEL 48 til TABEL 53 nedenfor.

TABEL 48. Beregning af eksponering og risiko (RCR-værdi) for D4, D5 og D6 ved ekstrem worst-case i indåndingszonen

Produkt	Koncentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	DNEL-værdi ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	RCR (-)
Stofnavn: D4, D5 og D6			
D4 (lungeeffekter): Baseret på N-EU 3 der har højest målte koncentration på 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$			
Sum for tre produkter	2027,8	1000	2,0
D5 (livmodertumorer): Baseret på N-EU 4 der har højest målte koncentration på 190 $\mu\text{g}/\text{m}^3$			
Sum for tre produkter	2568,6	4314	0,6
D5 (lungeeffekter): Baseret på N-EU 4 der har højest målte koncentration på 190 $\mu\text{g}/\text{m}^3$			
Sum for tre produkter	2568,6	5300	0,5
D6 (lungeeffekter): Baseret på DK 9 der har højest målte koncentration på 87 $\mu\text{g}/\text{m}^3$			
Sum for tre produkter	963,8	130	7,4
Sum for D4 + D5 + D6 – PUR-skum			9,9

TABEL 49. Beregning af eksponering og risiko (RCR-værdi) for 2-ethyl-1-hexanol ved ekstrem worst-case i indåndingszonen

Produkt	Koncentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	DNEL-værdi ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	RCR (-)
Stofnavn: 2-ethyl-1-hexanol			
Baseret på EU 3 der har højest målte koncentration på 94 $\mu\text{g}/\text{m}^3$			
Sum for tre produkter	935,9	300	3,1

TABEL 50. Beregning af eksponering og risiko (RCR-værdi) for toluen ved ekstrem worst-case i indåndingszonen

Produkt	Koncentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	DNEL-værdi ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	RCR (-)
Stofnavn: toluen			
Baseret på N-EU 2 der har højest målte koncentration på 44 $\mu\text{g}/\text{m}^3$			
Sum for tre produkter	594,8	2900	0,21

TABEL 51. Beregning af eksponering og risiko (RCR-værdi) for α -pinen ved ekstrem worst-case i indåndingszonen

Produkt	Koncentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	DNEL-værdi ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	RCR (-)
Stofnavn: α-pinen			
Baseret på DK 6 der har højest målte koncentration på 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$			
Sum for tre produkter	540,8	674	0,80

TABEL 52. Beregning af eksponering og risiko (RCR-værdi) for formaldehyd ved ekstrem worst-case i indåndingszonen

Produkt	Koncentration	DNEL-værdi	RCR
Stofnavn: formaldehyd	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	(-)
Baseret på DK 10 der har højest målte koncentration på $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$			
Sum for tre produkter	199,8	50	4,0

TABEL 53. Beregning af eksponering og risiko (RCR-værdi) for phenol ved ekstrem worst-case i indåndingszonen

Produkt	Koncentration	DNEL-værdi	RCR
Stofnavn: phenol	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	(-)
Baseret på DK 9 der har højest målte koncentration på $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$			
Sum for tre produkter	175,7	70	2,5

Bilag 5.3 Realistisk worst-case – indåndingszone i soveværelse og stue

I dette scenarie antages det, at en baby er udsat for babymadras, babyhovedpude og sengerand i indåndingszonen i de 18 timer, det antages, at en baby sover. I tre af de vågne timer antages det, at en baby ligger på en tumlemadras i stuen. I de resterende af døgnets tre timer antages der ikke at være udsættelse for andre PUR-skumprodukter. I eksemplet nedenfor er der angivet beregning for to babymadrasser, da en af babymadrasserne har en ekstrem høj afgasning (markeret med grøn baggrundsfarve og "HØJ") af DMF i forhold til de andre produkter.

TABEL 54. Eksempel på beregning af eksponering og risiko for stoffet DMF for det realistiske worst-case scenarie med flere produkter i indåndingszonen. Beregnet for hhv. 1 time og 3 døgn (angivet i parentes).

Produkt	Produkt med højest koncentration	Produkt brugt til beregning af overfladeareal	Højeste koncentration af stoffet (µg/m ³)	Højden på produktet (m)	Længden af produktet (m)	Bredden af produktet (m)	Beregnet overfladeareal af produktet (m ²)	Volumen klimakammer (m ³)	Aktuel loading factor for produktet (m ² /m ³)	Standard loading factor (m ² /m ³)	Beregnet koncentration i indåndingszonen (µg/m ³)	Eksponeringstid (timer)	DNEL – korigeret (µg/m ³)	RCR (-)
Babymadras (HØJ)	N-EU 3	N-EU 3	1500 (390)	0,125	0,40	0,40	0,360	0,119	3,03	0,4	11.345 (2949,6)	18	107	106,4 (27,7)
Babymadras	EU 3	EU 3	11 (7,5)	0,019	0,40	0,40	0,190	0,119	1,60	0,4	44 (30)	18	107	0,41 (0,28)
Babyhovedpude	N-EU 2	N-EU 2	21 (19)	<i>Her anvendes aktuel loading factor*</i>				0,119	0,5	0,4	26 (23,8)	18	107	0,25 (0,22)
Sengerand		DK 3	0 (0)	0,04	0,40	0,40	0,224	0,119	1,88	0,4	0 (0)	18	107	0
Tumlemadras		DK 6	0 (0)	0,03	0,40	0,40	0,208	0,119	1,75	0,4	0 (0)	3	640	0 (0)
Sum alle produkter – når der medtages næsthøjeste værdi													0,66 (0,50)	

* Babyhovedpuden blev lagt hel ind i klimakammeret, hvorfor der anvendes den aktuelle loading factor fra analyserapporten

På tilsvarende vis foretages beregningerne for de andre stoffer (D4, D5, D6 og summen af disse samt 2-ethyl-1-hexanol og formaldehyd). Disse er imidlertid ikke vist i detaljer, da grunddata for beregningerne er de samme, men selvfølgelig med variationer i den højest målte koncentration, højden på de udskårne 'klodser' der er målt på, samt den anvendte DNEL-værdi. Bemærk, at DNEL-værdien er korrigeret for det anvendte tidsrum i beregningerne, da de beskrevne DNEL-værdier fra kapitel 13 er baseret på 24 timer. Resultatet af beregningerne er vist i de efterfølgende tabeller, dvs. TABEL 55 til TABEL 57 nedenfor. For alle tabeller gælder, at RCR-værdierne baseret på afgangningen efter 1 time er angivet og med RCR-værdierne baseret på afgangning efter 3 døgn i parentes nedenunder.

TABEL 55. Beregning af eksponering og risiko (RCR-værdi) for D4, D5 og D6 ved realistisk worst-case i indåndingszonen. Beregnet for hhv. 1 time og 3 døgn (angivet i parentes).

Produkt	Koncentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	DNEL-værdi korrigeret ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	RCR (-)
Stofnavn: D4, D5 og D6			
D4 (lungeeffekter):			
Sum for tre produkter (sovetid)	1134,5 (0)	1333	0,85 (0)
Sum for produkter (vågen tid)	0 (0)	8000	0 (0)
I alt for PUR-skum produkter			0,85 (0)
D5 (livmodertumorer):			
Sum for tre produkter (sovetid)	898,1 (5,1)	5752	0,16 (0,001)
Sum for produkter (vågen tid)	0 (0)	34.512	0 (0)
I alt for PUR-skum produkter			0,16 (0,001)
D5 (lungeeffekter):			
Sum for tre produkter (sovetid)	898,1 (5,1)	7067	0,13 (0,001)
Sum for produkter (vågen tid)	0 (0)	42.400	0 (0)
I alt for PUR-skum produkter			0,13 (0,01)
D6 (lungeeffekter):			
Sum for tre produkter (sovetid)	287,9 (101,2)	173	1,7 (0,58)
Sum for produkter (vågen tid)	0 (0)	1040	0 (0)
I alt for PUR-skum produkter			1,7 (0,58)
Sum for D4 + D5 + D6 – PUR-skum			2,6 (0,58)

TABEL 56. Beregning af eksponering og risiko (RCR-værdi) for 2-ethyl-1-hexanol ved realistisk worst-case i indåndingszonen. Beregnet for hhv. 1 time og 3 døgn (angivet i parentes).

Produkt	Koncentration	DNEL-værdi	RCR
Stofnavn: 2-ethyl-1-hexanol	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	(-)
Sum for tre produkter (sovetid)	416,6 (262,5)	400	1,04 (0,66)
Sum for produkter (vågen tid)	0 (0)	2400	0 (0)
I alt for PUR-skum produkter			1,04 (0,66)

TABEL 57. Beregning af eksponering og risiko (RCR-værdi) for formaldehyd ved realistisk worst-case i indåndingszonen. Beregnet for hhv. 1 time og 3 døgn (angivet i parentes).

Produkt	Koncentration	DNEL-værdi	RCR
Stofnavn: formaldehyd	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	(-)
Sum for tre produkter (sovetid)	141,2 (84,0)	67	2,12 (1,26)
Sum for produkter (vågen tid)	0 (0)	400	0 (0)
I alt for PUR-skum produkter			2,12 (1,26)

TABEL 58. Beregning af eksponering og risiko (RCR-værdi) for phenol ved realistisk worst-case i indåndingszonen. Beregnet for hhv. 1 time og 3 døgn (angivet i parentes).

Produkt	Koncentration	DNEL-værdi	RCR
Stofnavn: phenol	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	(-)
Sum for tre produkter (sovetid)	69,4 (56,6)	93	0,74 (0,61)
Sum for produkter (vågen tid)	0 (0)	560	0 (0)
I alt for PUR-skum produkter			0,74 (0,61)

Bilag 5.4 Realistisk worst-case – rumkoncentration for babyer i soveværelse og stue

I dette scenarie antages det, at en baby er udsat for babymadras, babyhovedpude, sengerand, to voksenmadrasser og to hovedpuder i de 18 timer, det antages, at en baby sover. I tre af de vågne timer antages det, at en baby ligger på en tumlemadras i stuen. I de resterende af døgnets tre timer antages der ikke at være udsættelse for andre PUR-skum produkter. Der regnes på koncentrationen i rummet (dvs. den afgassede mængde fra alle produkter fordeler sig i hele rummet) – og ikke på koncentrationen i indåndingszonen. I eksemplet nedenfor er der angivet beregning for to babymadrasser, da en af babymadrasserne har en ekstrem høj afgasning (markeret med grøn baggrundsfarve og "HØJ") af DMF i forhold til de andre produkter.

TABEL 59. Eksempel på beregning af eksponering og risiko for stoffet DMF for det realistiske worst-case scenarie beregnet for rumkoncentration med flere produkter i samme rum. Beregnet for hhv. 1 time og 3 døgn (angivet i parentes).

Produkt	Antal produkter i rummet	Produkt med højest koncentration	Produkt brugt til beregning af overfladeareal	Højeste koncentration af stoffet (µg/m ³)	Samlet koncentration af stoffet (µg/m ³)	Aktuelle mål for hele produktet (cm)	Aktuelt overfladeareal for hele produktet (m ²)	Standard overfladeareal målinger baseret på (m ²)	Volumen klimakammer (m ³)	Rummets størrelse (m ³)	Beregnet koncentration i rummet (µg/m ³)	Eksponeringstid (timer)	DNEL – korrigeret (µg/m ³)	RCR (-)
Babymadras (HØJ)	1	N-EU 3	N-EU 3	1500 (390)	1500 (390)	140x70x12,7	1,513	0,4 m ² /m ³ x 0,119 m ³ = 0,0476	0,119	21	270 (70,3)	18	107	2,5 (0,7)
Babymadras	1	EU 3	EU 3	11 (7,5)	11 (7,5)	30x30x2	0,284	0,0476	0,119	21	0,37 (0,25)	18	107	0,003 (0,002)
Babyhovedpude	1	N-EU 2	N-EU 2	21 (19)	21 (19)	26x20,5x2,5	0,061	0,0476	0,119	21	0,15 (0,14)	18	107	0,001 (0,001)
Sengerand	1	DK 3	DK 3	0 (0)	0 (0)	340x30x4	2,200	0,0476	0,119	21	0 (0)	18	107	0 (0)
Voksenmadras	2		DK 1	0 (0)	0 (0)	200x90x20	2,96	0,0476	0,119	21	0 (0)	18	107	0 (0)
Hovedpude	2	DK 8	DK 8	8 (0)	16 (0)	40x26x6	0,18	0,0476	0,119	21	0,35 (0)	18	107	0,003 (0)
Tumlemadras	1		DK 6	0 (0)	0 (0)	185x78x3	1,601	0,0476	0,119	58	0 (0)	3	640	0 (0)
Sum alle produkter – når der medtages næsthøjeste værdi														0,01 (0,004)

På tilsvarende vis foretages beregningerne for D4, D5, D6 og formaldehyd. Beregningen er imidlertid ikke vist i detaljer, da grunddata for beregningerne er tilsvarende, men med variationer i den højeste målte koncentration, størrelsen på de hele produkter, samt den anvendte DNEL-værdi. Bemærk, at DNEL-værdien er korrigeret for det anvendte tidsrum i beregningerne, da de beskrevne DNEL-værdier fra kapitel 13 er baseret på 24 timer. Resultatet af beregningerne er vist i de efterfølgende tabeller (TABEL 61 til TABEL 61). For alle tabeller gælder, at RCR-værdierne baseret på afgangningen efter 1 time er angivet og med RCR-værdierne baseret på afgangningen efter 3 døgn i parentes nedenunder.

TABEL 60. Beregning af eksponering og risiko (RCR-værdi) for D4, D5 og D6 for det realistiske worst-case scenarie beregnet for rumkoncentration med flere produkter i samme rum (forældresoveværelse). Beregnet for hhv. 1 time og 3 døgn (angivet i parentes).

Produkt	Koncentration	DNEL-værdi	RCR
Stofnavn: D4, D5 og D6	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	korrigeret ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	(-)
D4 (lungeeffekter):			
Sum for syv produkter (sovetid)	65,9 (0)	1333	0,05 (0)
Sum for produkter (vågen tid)	0 (0)	8000	0 (0)
I alt for PUR-skum produkter			0,05 (0)
D5 (livmodertumorer):			
Sum for syv produkter (sovetid)	116,1 (1,0)	5752	0,02 (0,0002)
Sum for produkter (vågen tid)	0 (0)	34.512	0 (0)
I alt for PUR-skum produkter			0,02 (0,0002)
D5 (livmodereffekter):			
Sum for syv produkter (sovetid)	116,1 (1,0)	7067	0,02 (0,0001)
Sum for produkter (vågen tid)	0 (0)	42.400	0 (0)
I alt for PUR-skum produkter			0,02 (0,0001)
D6 (lungeeffekter):			
Sum for syv produkter (sovetid)	59,0 (15,5)	173	0,34 (0,09)
Sum for produkter (vågen tid)	0 (0)	1040	0 (0)
I alt for PUR-skum produkter			0,34 (0,09)
Sum for D4 + D5 + D6 – PUR-skum			0,41 (0,09)

TABEL 61. Beregning af eksponering og risiko (RCR-værdi) for formaldehyd ved worst-case beregnet for rumkoncentration med flere produkter i samme rum (forældresoveværelse). Beregnet for hhv. 1 time og 3 døgn (angivet i parentes).

Produkt	Koncentration	DNEL-værdi	RCR
Stofnavn: formaldehyd	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	(-)
Sum for syv produkter (sovetid)	5,96 (3,4)	67	0,09 (0,05)
Sum for produkter (vågen tid)	0 (0)	400	0 (0)
I alt for PUR-skum produkter			0,09 (0,05)

Bilag 5.5 Realistisk worst-case – rumkoncentration for teenagere i eget værelse

I dette scenarie antages det, at en teenager er udsat for madras, foldemadras (til besøgende), to hovedpuder og en tumlemadras i de 18 timer, det antages, at de opholder sig på deres værelse (10 timers søvn og 8 timers vågen tid). I de resterende af døgnets timer antages der ikke at være udsættelse for andre PUR-skum produkter. Der regnes på koncentrationen i rummet (dvs. den afgassede mængde fra alle produkter fordeler sig i hele rummet) – og ikke på koncentrationen i indåndingszonen.

TABEL 62. Eksempel på beregning af eksponering og risiko for stoffet DMF for det realistiske worst-case scenarie beregnet for rumkoncentration med flere produkter i samme rum. Beregnet for hhv. 1 time og 3 døgn (angivet i parentes).

Produkt	Antal produkter i rummet	Produkt med højest koncentration	Produkt brugt til beregning af overfladeareal	Højeste koncentration af stoffet (µg/m ³)	Samlet koncentration af stoffet (µg/m ³)	Aktuelle mål for hele produktet (cm)	Aktuelt overfladeareal for hele produktet (m ²)	Standard overfladeareal målinger baseret på (m ²)	Volumen klimakammer (m ³)	Rummets størrelse (m ³)	Beregnet koncentration i rummet (µg/m ³)	Eksponeringstid (timer)	DNEL – korrigeret (µg/m ³)	RCR (-)
Foldemadras	1	EU 5	EU 5	11 (0)	11 (0)	200x80x9	2,104	0,0476	0,119	21	2,76	18	107	0,03 (0)
Voksenmadras	1		DK 1	0 (0)	0 (0)	200x90x20	2,96	0,0476	0,119	21	0,00	18	107	0 (0)
Hovedpude	2	DK 8	DK 8	8 (0)	16 (0)	40x26x6	0,18	0,0476	0,119	21	0,35	18	107	0,003 (0)
Tumlemadras	1		DK 6	0 (0)	0 (0)	185x78x3	1,60	0,0476	0,119	21	0,00	18	107	0 (0)
Sum alle produkter														0,03 (0)

På tilsvarende vis foretages beregningerne for D4, D5, D6 og formaldehyd. Beregningen er imidlertid ikke vist i detaljer, da grunddata for beregningerne er tilsvarende, men med variationer i den højeste målte koncentration, størrelsen på de hele produkter, samt den anvendte DNEL-værdi. Bemærk, at DNEL-værdien er korrigeret for det anvendte tidsrum i beregningerne, da de beskrevne DNEL-værdier fra kapitel 13 er baseret på 24 timer. Resultatet af beregningerne er vist i de efterfølgende tabeller (TABEL 63 og TABEL 64). For alle tabeller gælder, at RCR-værdierne baseret på afgangningen efter 1 time er angivet og med RCR-værdierne baseret på afgangningen efter 3 døgn i parentes nedenunder.

TABEL 63. Beregning af eksponering og risiko (RCR-værdi) for D4, D5 og D6 for det realistiske worst-case scenarie beregnet for rumkoncentration med flere produkter i samme rum (teenageværelse). Beregnet for hhv. 1 time og 3 døgn (angivet i parentes).

Produkt	Koncentration	DNEL-værdi	RCR
Stofnavn: D4, D5 og D6	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	korrigeret	(-)
		($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
D4 (lungeeffekter):			
Sum for fem produkter (sovetid)	29,9 (0)	1333	0,02 (0)
Sum for produkter (vågen tid)	0 (0)	8000	0 (0)
I alt for PUR-skum produkter			0,02 (0)
D5 (livmodertumorer):			
Sum for fem produkter (sovetid)	120,6 (1,0)	5727	0,02 (0,0002)
Sum for produkter (vågen tid)	0 (0)	34.512	0 (0)
I alt for PUR-skum produkter			0,02 (0,0002)
D5 (lungeeffekter):			
Sum for fem produkter (sovetid)	120,6 (1,0)	7067	0,17 (0,0001)
Sum for produkter (vågen tid)	0 (0)	42.400	0 (0)
I alt for PUR-skum produkter			0,17 (0,0001)
D6 (lungeeffekter):			
Sum for fem produkter (sovetid)	60,3 (18,8)	173	0,35 (0,11)
Sum for produkter (vågen tid)	0 (0)	1040	0 (0)
I alt for PUR-skum produkter			0,35 (0,11)
Sum for D4 + D5 + D6 – PUR-skum			0,39 (0,11)

TABEL 64. Beregning af eksponering og risiko (RCR-værdi) for formaldehyd ved worst-case beregnet for rumkoncentration med flere produkter i samme rum (teenageværelse). Beregnet for hhv. 1 time og 3 døgn (angivet i parentes).

Produkt	Koncentration	DNEL-værdi	RCR
Stofnavn: formaldehyd	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	(-)
Sum for fem produkter (sovetid og vågen tid)	2,96 (2,2)	67	0,04 (0,03)

Kortlægning og risikovurdering af VOC i PUR-skumprodukter

Et tidligere kortlægningsprojekt fra Miljøstyrelsen omkring produkter af PUR-skum (squishy legetøj) har vist, at afgangning (emission) af nogle flygtige organiske forbindelser (VOC) kan udgøre en risiko for sundheden. Derfor har Miljøstyrelsen i dette projekt undersøgt flere produkter produceret af PUR skum f.eks. madrasser og puder. Der blev undersøgt 20 produkter, hvoraf 10 produkter er tiltænkt babyer og 10 produkter tiltænkt voksne eller større børn. Der blev analyseret afgangning af flygtige organiske forbindelser (VOC) fra produkterne efter 1 og 3 dage og derudover blev der kontrolleret indhold af regulerede stoffer som ftalater og flammehæmmere. Der blev ikke fundet nogen overtrædelser af grænseværdier for ftalater og flammehæmmere, men 1 baby madras afgassede større koncentrationer af stoffet dimethylformamid, som også blev fundet i squishy legetøj. Salget til danske forbrugere blev derfor stoppet.



Miljøstyrelsen
Tolderlundsvej 5
5000 Odense C

www.mst.dk