

# Eksposering af kemiske stoffer i imprægneringsmidler

## 1 Projektets baggrund og formål

### 1.1 Baggrund

Miljøstyrelsen har iværksat en række projekter, som har til formål at kortlægge kemiske stoffer i almindeligt anvendte forbrugerprodukter. Et af disse projekter omhandler kortlægning af kemiske stoffer i imprægneringsmidler.

En del tekstiler (især udendørs beklædning) er imprægneret fra fabrikken. Da imprægneringen kan slides eller vaskes af, kan der være behov for at genimprægner tekstilerne. Denne efterbehandling kan f.eks. ske i vaskerier og renserier eller forbrugerne kan selv foretage imprægneringen i hjemmet.

Der anvendes mange forskellige imprægneringsmidler herunder produkter med fluor- og silikoneforbindelser, der kan være tungt-nedbrydelige eller produkter som indeholder sundhedsskadelige komponenter.

Spraydåser med imprægneringsvæsker bliver brugt til beskyttelse af sko, støvler, overtøj, regntøj, sportsudstyr m.m. Anvendelsesformen (spray) bevirker, at der er stor risiko for forbrugerne for at indånde dampene og/eller få dem på huden

Der kan derfor ske en direkte eller indirekte påvirkning af mennesker som følge af imprægneringen.

### 1.2 Formål

Formålet med nærværende projekt er:

- At give et overblik over hvilke stoffer, der anvendes i imprægneringsvæsker, som benyttes i industrier, vaskerier, renserier og i hjemmene.
- At give et overblik over, i hvor store mængder imprægneringsmidlerne anvendes.
- At foretage en vurdering af primært de sundhedsmæssige effekter af imprægneringsmidler
- At anvise hvilke forholdsregler forbrugerne bør tage ved "hjemmeimprægnering".

## 2 Beskrivelse af projektets indhold

I afsnit 3 gives en kort introduktion til brugen af imprægnering i Danmark, herunder introduktion til de kemikalietyper, som almindeligvis indgår i imprægneringsprodukterne.

Selve projektet består af 3 faser med følgende overordnede indhold:

Fase 1: Udarbejdelse af bruttoliste over væsentlige anvendte imprægneringsprodukter

I fase 1 er der gennemført en screening af markedet for imprægneringsmidler. Femten produkter blev udvalgt blandt de ca. 70 fundne imprægneringsmidler ved screeningen. Indsamlingen af oplysninger for disse femten produkter blev gennemført ved kontakt til importør eller producent samt udsendelse af spørgeskemaer. Oplysningerne er anvendt til at opstille en bruttoliste med angivelse af deklarerede kemiske stoffer.

Detaljeret beskrivelse af de gennemførte aktiviteter og deres resultater fremgår af afsnit 4.

Fase 2: Undersøgelse af stofafgivelse til hud, luft samt vaskevand ved vask

I fase 2 er der gennemført en række laboratorieforsøg og -analyser: 1) undersøgelse af aerosoler og afsatte kemikalier på forbrugeren ved spraypåføring af imprægneringsmidler, 2) undersøgelse af, hvorvidt stofferne kan "vandre" over i sved samt 3) afgivelse af stoffer til vand ved almindelig vask af imprægnerede tekstiler.

Afsnit 5 indeholder en detaljeret beskrivelse af forsøgsomstændighederne og resultaterne af laboratorieforsøgene.

Fase 3: Eksponeringsscenarier i hjemmet

Fase 3 har til mål at vurdere eksponeringen ved de 3 beskrevne situationer i fase 2.

Eksponeringsscenarierne er beskrevet i afsnit 6.

I afsnit 7 er der foretaget en vurdering af sundhedsforhold ved anvendelse af imprægneringsmidler i hjemmet. I afsnit 8 er projektets samlede resultater diskuteret, idet der er givet anbefalinger til forholdsregler ved forbrugernes brug af imprægnering i hjemmet.

## 3 Brugen af imprægnering i Danmark

3.1 Hvad er imprægnering?

3.2 Hvem foretager imprægnering?

3.3 Typer af imprægnering

3.3.1 Vandskyende imprægnering

3.3.2 Smudsafvisende imprægnering

3.3.3 Olieskyende imprægnering

3.3.4 Antimikrobiel imprægnering

3.3.5 Brandhæmmende imprægnering

3.4 Eksisterende undersøgelser af indholdsstoffer i imprægneringsmidler

3.5 Miljø- og sundhedsmæssige risici ved imprægnering

3.1 Hvad er imprægnering?

Læder, ruskind og tekstiler - det være sig beklædningstekstiler, boligtekstiler, udendørs tekstiler eller tekniske tekstiler, såsom tekstiler til dæk, brandslanger mm. - kan alle efterbehandles med det formål at opnå større funktionalitet.

En af disse efterbehandlinger er imprægnering. Med imprægnering forstås en behandling med kemiske stoffblandinger, der sikrer tekstilet mod f.eks. vandgennemtrængning, tilsmudsning, mikrobiel nedbrydning eller lignende.

3.2 Hvem foretager imprægnering?

Mange forbrugerprodukter er imprægneret fra fabrikken, f.eks.:

- Telte og lignende produkter
- Sko, vandresko mm.
- Overtøj, herunder regntøj
- Sportsudstyr.

Efterhånden som imprægneringen slides eller vaskes af produkterne mister produkterne deres funktionalitet, såsom vejrbestandighed eller smudsafvisende egenskaber.

Forbrugerne vælger derfor ofte at få produkterne imprægneret igen - enten hos professionelle renserier/vaskerier eller ved selv at foretage imprægneringen. Imprægneringsmidler til hjemme-imprægneringen købes typisk i dagligvarebutikker, hos materialister, i renserier/vaskerier, skoforretninger, sportsbutikker/friluftsboutikker eller hos farvehandlere.

### 3.3 Typer af imprægnering

Læder, ruskind og tekstiler i bred forstand behandles med en lang række kemikalier under fremstillingen og produktionen for at sikre den ønskede funktionalitet. I Miljøstyrelsen (2000) og Sørensen (1996) er disse behandlinger gennemgået, idet der nedenfor er opsummeret de væsentligste typer af imprægnering.

Bemærk, at imprægneringsmidlerne, som anvendes på det danske marked, ofte er kombinationer af flere af de typer af imprægnering, som er nævnt herunder. Eksempelvis kombineres vandskyende imprægnering ofte med smudsafvisende imprægnering.

#### 3.3.1 Vandskyende imprægnering

Vandskyende imprægnering er en af de mest anvendte typer af imprægnering såvel industrielt som privat. Aktivstofferne i vandskyende imprægnering er typisk polysiloxaner (siliconetyper), der almindeligvis anvendes sammen med katalysatorer i form af tetrabutylzirkonat eller -titanat og eventuelt med celluloseværbindingmidler, der sikrer, at tekstilerne ikke krøller unødigt (Sørensen, 1996).

Celluloseværbindingmidler er typisk kendetegnet ved at indeholde N-methylolforbindelser såsom dimethylolurinstof, dimethylolethylenurinstof, 4,5-dihydroxyethylenurinstof, dimethylolpropylenurinstof, dimethyloldihydroxyethylenurinstof samt carbamater som dimethylolcarbamate og dimethylolethylcarbamate. Endvidere forekommer også triazon-forbindelser og methylolacrylamid (Sørensen, 1996).

Voks og opløsninger af paraffiner anvendes også som aktivstoffer i vandskyende imprægnering, idet der ofte tilsættes aluminium- eller zirkoniumsalte for at øge bindingen af aktivstofferne til fibre.

#### 3.3.2 Smudsafvisende imprægnering

Smudsafvisende imprægnering anvendes primært på boligtekstiler. Aktivstofferne er typisk fluorcarbonpolymeriser (Sørensen, 1996).

#### 3.3.3 Olieskyende imprægnering

Som aktivstoffer i olieskyende imprægnering anvendes typisk fluorcarbon-imprægneringsmidler bestående af oftest vinylpolymere af akryl eller methacryl-typen med en fluoreret alkylkæde. Ofte tilsættes celluloseværbindinger (Sørensen, 1996).

#### 3.3.4 Antimikrobiel imprægnering

Naturfibre kan imprægneres for at undgå mikrobielle angreb. Aktivstoffer som anvendes til antimikrobiel imprægnering udgøres af et bredt spekter af organiske og uorganiske komponenter.

Det har ikke været muligt at finde opgørelser over anvendte kemikalier til antimikrobiel imprægnering af tekstiler i Danmark, men en svensk opgørelse fra 1997 peger på følgende kemikalietyper (Kemikalieinspektionen, 1997):

- Organiske og uorganiske kobber-, tin- og zinkforbindelser
- Kviksølvforbindelser
- Pentachlorphenol og andre phenolderivater såsom chlorphenol og trichlorphenol

- Forskellige pyretiner og pyretroider
- Naphthalen.
- Triclosan og andre, se f.eks. rapport om antibakterielle midler i beklædningsgenstande (Miljøstyrelsen, 2002a)

### 3.3.5 Brandhæmmende imprægnering

Brandimprægnering af beklædning og boligtekstiler er ikke så almindelig i Danmark. Der henvises til Miljøstyrelsen (2000) og Sørensen (1996) for nærmere beskrivelse af brandimprægnering (Miljøstyrelsen, 1999) og bromerede flammehæmmere (Miljøstyrelsen, 1999).

### 3.4 Eksisterende undersøgelser af indholdsstoffer i imprægneringsmidler

Der foreligger enkelte undersøgelser af indholdsstofferne i specifikke imprægneringsmidler. De fremkomne undersøgelser er kort refereret herunder.

Ved en tysk undersøgelse blev indholdet af chlorerede opløsningsmidler i imprægneringsmidlet CETOX KWI bestemt. Midlet er udviklet til brug i renserier, der anvender kulbrinter som rensmiddel, men det anvendes også i andre renserier. Resultatet fremgår af tabel 3.1 herunder.

Tabel 3.1: Indhold af chlorerede opløsningsmidler i imprægneringsvæske anvendt i kulbrinterenseri (Hohenstein, 1996).

Produkt	Tetrachlorethylen vægt/vægt %	Trichlorethylen vægt/vægt %	Øvrige chlorerede forbindelser vægt/vægt% <sup>A</sup>
CETOX KWI	0,800	<0,001	<0,001

<sup>A</sup>: 1,1,1-trichlorethan, 1,1,2-trichlorethan, 1,1,1,2-tetrachlorethan, chloroform, tetrachlormethan, cis- og trans-1,2-dichlorethan og dichlormethan (0,001% svarer til 10 mg/kg).

Ifølge sikkerhedsdatabladet indeholder CETOX KWI ud over en kulbrinteblending fluoroalkyl polymer (intet CAS nr. oplyst) og glycoletheracetat (intet CAS nr. oplyst).

CETOX KWI blev undersøgt ved en af Miljøstyrelsen forbrugerprojekter og resultaterne af de kemiske analyser fremgår af tabel 3.2. Analyserne omfattede flygtige organiske forbindelser ved GC-MS, alkylphenolpolyethoxylater og alkylaminer. Resultaterne viste for så vidt angår tetrachlorethylen et væsentlig lavere indhold end fundet af Hohenstein (1996).

Tabel 3.2: Resultatet af produktanalyse. Resultat angivet i vægtprocent (Miljøstyrelsen, 2003).

Stoffer/stofgrupper	Produktnavn CETOX KWI
Kulbrinter <sup>A</sup>	>99
Butoxyethoxyethanol (CAS nr. 112-34-5)	-
Dipropylenglycolmonomethylether (Isomerblanding) <sup>B</sup>	-
Dipropylenglycol-t-butylether (CAS nr. 132739-31-2)	-

Butoxyethanol (CAS nr. 111-76-2)	0,5
Butyldiglycolacetat (CAS nr. 124-17-4)	-
Bis(ethylhexyl)maleat	-
Tetrachlorethylen	0,008
Poly(oxy-1,2-ethanediyl) <sup>C</sup> ,	-
N,N-dimethylalkylaminer (C <sub>10</sub> -C <sub>12</sub> )	-
Substituerede alkylbenzener (C <sub>12</sub> -C <sub>14</sub> )	-
Octylphenolpolyethoxylater	-
Nonylphenolpolyethoxylater	-
Bis(2-ethylhexyl) natriumsulfosuccinat <sup>B</sup>	-
Alkylaminer	-

A: Kulbrinteblandinger; typisk C<sub>9</sub>-C<sub>15</sub>,

B: Identifikation alene ved MS. Har ikke kunnet verificeres med referencestandard

C: Identificeret på baggrund af kromatogram"fingerprint"

-: Ikke påvist

Ved en anden kortlægningsundersøgelse i regi af Miljøstyrelsen blev i alt 13 imprægneringsmidler til sko og tøj undersøgt for indhold af PFOS-forbindelser (perfluorobutansulfonat, perfluorohexansulfonat, perfluorooktansulfonat, perfluorodecansulfonat, perfluorooktansulfonamid og ethyl-perfluorooktansulfonamid med en detektionsgrænse på 1 µg/ml).

Imprægneringsmidlerne blev anonymiseret og undersøgelsen viste, at et af spray-imprægneringsmidlerne til tøj og sko indeholdt 3,5 µg/ml perfluorooktansulfonamid, mens en forstøver til spray til telte, soveposer mm. indeholdt 212 µg/ml perfluorodecansulfonat. Flere af producenterne af de analyserede produkter tilkendegav som en konsekvens af undersøgelsesresultaterne, at fremtidige produkter ikke ville indeholde PFOS-forbindelser (Miljøstyrelsen, 2002b).

I regi af Nordisk Ministerråd er der opbygget en database over anvendte kemikalier i produkter, som markedsføres i de nordiske lande. Databasen kaldes SPIN ([www.spin2000.net/spin.html](http://www.spin2000.net/spin.html)). Meningen med databasen er at give offentligheden adgang til så mange oplysninger som muligt om hvilke stoffer, der findes på det nordiske marked. Databasen indeholder dog ikke fortrolige oplysninger som for eksempel den detaljerede sammensætning af produkterne.

Ved søgning i SPIN efter kemikalier anvendt i Danmark til tekstil imprægnering og imprægnering af læder fremkom hhv. 12 og 4 hits. Resultatet af søgningen fremgår af nedenstående tabel 3.3 og 3.4. Bemærk, at SPIN-databasens oplysninger ikke nødvendigvis er udtømmende for den type og mængde af kemikalier, der anvendes til imprægnering af tekstil og læder i Danmark.

Tabel 3.3: Søgning på SPIN-databasen (juli 2003) efter kemikalier anvendt til tekstil imprægnering og imprægnering af læder i Danmark.

Cas nr.	Kemikalienavn	Forbrug	
		År	Tons
7732-18-5	Vand	2001	5190,0
57-55-6	1,2-Propandiol	2001	1071,0
67-63-0	2-Propanol	2001	12,8
111-46-6	2,2-Oxybisethanol	2001	7,6
107-21-1	1,2 Ethandiol	2001	5,6
142-82-5	Heptane	2001	4,9
141-78-6	Ethylacetat	2001	2,2
64-19-7	Eddikesyre	2001	0,9
50-00-0	Formaldehyd	2001	0,6
71-36-3	1-buthanol	2001	0,0
108-88-3	Toluen	2001	0,0
32360-05-7	2-Propen syre	2001	0,0

Search mode: "Country": Dk, "Code": I0530 "Textile impregnation agents"

Tabel 3.4: Søgning på SPIN-databasen (juli 2003) efter kemikalier anvendt til imprægnering af læder i Danmark.

Cas nr.	Kemikalienavn	Forbrug	
		År	Tons
7732-18-5	Vand	2001	11,2
67-63-0	2-Propanol	2001	5,2
141-78-6	Ethylacetat	2001	2,0
123-86-4	N-Butylacetat	2001	0,2

Search mode: "Country": Dk, "Code": I0510, "Leather impregnation agents".

### 3.5 Miljø- og sundhedsmæssige risici ved imprægnering

Mange af imprægneringsmidlerne påføres forbrugerproduktet enten som væske eller som aerosoler ved spraying. Ved anvendelsen af imprægneringsmidlerne vil der kunne ske spredning af kemikalierne fra imprægneringsmidlerne til miljøet via

- Luften (aerosoler eller gasformig forurening, som følge af fordampning af flygtige komponenter)

- Affald (brugt emballage, kasserede imprægnerede tekstiler, nedfald af aerosoler til smuds på gulv, som efterfølgende opsamles som affald eller lignende)
- Spildevand (f.eks. ved afrensning af spild på gulv, udstyr eller lignende og vask af imprægneret tekstil).

Ydermere kan der være risiko for spild til jord, grundvand og overfladevand ved håndteringen og anvendelsen af imprægneringsvæskerne samt i forbindelse med vask af tekstilerne i hjemmet eller industrielt.

Medarbejdere, som håndterer imprægneringsmidlerne industrielt eller i vaskerier eller renserier samt forbrugerne, som foretager imprægneringen selv, eller som går med imprægnerede tekstiler, kan påvirkes af kemikalierne i imprægneringsvæske, særligt via:

- Inhalering af aerosoler eller gasformige kemikalier fra imprægneringen
- Hudkontakt med imprægneringsvæsker eller imprægnerede forbrugerprodukter

Imprægneringsmidlerne kan jf. afsnit 3.3 indeholde en række miljøfremmede stoffer såsom PFOS/PFOA, organiske opløsningsmidler mm. Disse stoffer kan være persistente i miljøet eller være sundhedsskadelige. PFOS/PFOA forbindelser kan nedbrydes til en persistent forbindelse, som ophobes i dyr og mennesker. Stoffet mistænkes for at medføre fosterskader på dyr, og det er fundet i blod hos mennesker. Visse organiske opløsningsmidler kan give svimmelhed, narkotiske effekter og/eller skader på nervesystemet og hud. I miljøet medvirker organiske opløsningsmidler til dannelse af ozon ved jordoverfladen. Ozon kan give luftvejslidelser hos mennesker og hæmme plantevæksten.

Karakteriserende for industriel imprægnering eller imprægnering i renserier og vaskerier er, at arbejdsmiljømæssige og miljømæssige myndigheder almindeligvis regulerer og fører kontrol med brugen af personlige værnemidler, emissioner til luft, spildevand og affald ved imprægneringen, således at der ikke sker utilsigtede påvirkninger af miljø eller sundhed.

Imprægneringen i hjemmet er karakteriseret ved, at miljø- og sundhedsmæssige krav til anvendelsen af produkterne er anført på produkterne i henhold til gældende lovgivning, men at efterlevelse af kravene er op til den enkelte forbruger.

## 4 Kortlægning ud fra litteraturstudier og branche kontakt

### 4.1 Kortlægningens delfaser

### 4.2 Screeningen

#### 4.2.1 Metodik

#### 4.2.2 Resultatet af screeningen

### 4.3 Udvælgelse af 15 imprægneringsmidler til videre undersøgelse

### 4.4 Bruttoliste

### 4.5 Estimerede Forbrug af imprægneringsmidler i Danmark

#### 4.5.1 Detailhandlen

#### 4.5.2 Industrien

### 4.1 Kortlægningens delfaser

Kortlægningen er opdelt i følgende 4 aktiviteter:

- En screening af det danske marked for alle typer imprægnering til tekstiler og læder mv.
- Udvælgelse af 15 produkter til yderligere undersøgelse

- Udarbejdelse af en bruttoliste af kemikalier i de 15 udvalgte produkter
- Estimat over anvendte mængder af imprægneringsmidler i Danmark.

De enkelte aktiviteter er beskrevet i det følgende.

## 4.2 Screeningen

### 4.2.1 Metodik

Indledningsvis blev der foretaget en søgning efter imprægneringsmidler på internettet med det formål at finde så mange forskellige imprægneringsmidler som muligt. Der blev både foretaget en søgning efter imprægneringsmidler, detailforhandlere, importører/leverandører eller producenter af imprægneringsmidler samt industrier, der anvender imprægnering.

Søgningen blev foretaget ved hjælp af internettets søgemaskiner samt telefon- og adresseoplysninger.

Udvælgelse af detailforhandlere, importører/leverandører eller producenter af imprægneringsmidler samt industrier til screeningen, skete på basis af et skøn over den pågældende aktørs andel af detailmarkedet. Disse aktører blev kontaktet telefonisk, hvor de efter en introduktion til projektet tilkendegav, om de var interesserede i at udfylde et spørgeskema vedrørende deres sortiment af imprægneringsmidler.

Spørgeskemaet indeholdt spørgsmål om produktnavne, producent og eventuelle importører/leverandører. Desuden opfordredes der i spørgeskemaet til at vedlægge eventuelle varedeklarationer og/eller sikkerhedsblade for de enkelte produkter.

### 4.2.2 Resultatet af screeningen

Screeningen førte til mundtlig eller skriftlig kontakt med i alt 55 detailforhandlere, importører/leverandører eller producenter af imprægneringsmidler samt industrier, der anvender imprægnering. Der er modtaget svar fra 33 detailforhandlere.

Resultaterne af screeningen beskrives i det følgende.

#### 4.2.2.1 Detailhandlen

De imprægneringsmidler, der forhandles i detailhandlen, omfatter imprægneringsmidler til alle former for tekstiler og læder, såsom beklædning, boligtekstiler, telte, presenninger og fodtøj.

Imprægneringsmidlerne sælges i væske- eller spray-form hos for eksempel skobutikker, skomagere, supermarkeder, friluftsboutikker, materialister, renserier/vaskerier, farvehandlere og møbelbutikker.

Ud fra oplysninger fremkommet ved kontakt til en række importører/leverandører til detailhandlen, supermarkedskæder, nogle større og mindre forhandlere af friluftsudstyr og fodtøj samt én specialforhandler af biplejeprojekter vurderes det, at:

- Der findes et meget stort antal af detailforhandlere af imprægneringsmidler
- 95 % af leverancerne af imprægneringsmidler til den danske detailhandel varetages af 5 store og 5-10 mindre importører
- 3-4 % af leverancerne af imprægneringsmidler til detailhandlen varetages af 2 danske producenter af imprægneringsmidler



- Under 1-2 % af leverancerne af imprægneringsmidler importeres til detailhandlerne via butikernes egen import.

Ud fra de foreliggende oplysninger skønnes det, at der forhandles i størrelsesordenen 50-60 forskellige imprægneringsmidler i detailhandlen. Heraf skønnes størstedelen af salget at være fordelt på mellem 10-15 imprægneringsmidler.

#### 4.2.2.2 Industrien

Afdækning af anvendelsen af imprægneringsmidler i industrien blev - som følge af det store antal af imprægneringsmidler som forhandles i detailhandlen - sekundært i nærværende undersøgelse, se også afsnit 4.3. Der blev derfor kun foretaget indledende screening af den industrielle anvendelse af imprægneringsmidler. Således blev der foretaget en søgning på internettet samt taget kontakt til udvalgte kommuner for at finde virksomheder, som foretager imprægnering. Disse indledende søgninger førte til kontakt med i alt 7 udvalgte industrivirksomheder inden for produktion af fodtøj og boligtekstil, 1 tæpperensning samt 3 leverandører til renseri- og vaskeribranchen.

Der er ikke identificeret danske tøjproducenter, der anvender imprægnering i Danmark. Langt den største del af de tekstiler, der anvendes i Danmark, produceres i øvrigt udenfor Danmark.

Ud fra oplysningerne vurderes det, at størstedelen af den industrielle anvendelse af imprægneringsmidler i Danmark sker indenfor produktion af tæpper, møbler og boligtekstiler samt inden for renseri- og vaskeribranchen.

#### Renseri- og vaskeribranchen

Antallet af leverandører/importører af imprægneringsmidler til renseribranchen er begrænset til tre betydende aktører. Ud fra oplysningerne fra leverandørerne kan det konstateres, at disse forhandler hen ved 12 imprægneringsmidler til renseri- og vaskeribranchen. Det skønnes ud fra oplysningerne, at disse 3 forhandlere dækker mere end 90 % af markedet for imprægneringsmidler til renseri- og vaskeribranchen.

#### Fodtøj- og boligtekstilindustri samt tæpperensning

Ud fra oplysningerne fra 3 boligtekstilfabrikanter, kan det konstateres, at virksomhederne anvender tre forskellige imprægneringsmidler fra tre forskellige tyske producenter.

Der skønnes ud fra de fremkomne oplysninger at være en tendens til, at mange virksomheder selv importerer imprægneringsmidlerne fra udlandet. Dette vanskeliggør kortlægningen betydeligt. Det er derfor i samråd med Miljøstyrelsen besluttet at nedprioritere denne del.

Ud fra oplysninger fra kontakt til 4 fodtøjsproducenter/importører, kan det konstateres, at der kun er en meget lille produktion af fodtøj i Danmark. Produktionen af fodtøj i Danmark er ifølge det oplyste begrænset til sikkerhedssko og hjemmesko. Det blev oplyst, at en del af de fabrikanter, der har henlagt fodtøjsproduktionen til udlandet, selv udvælger og forsyner fabrikkerne med den imprægnering, der skal anvendes på skoene.

Det vurderes ud fra oplysningerne, at de danske producenter af fodtøj har godt kendskab til de anvendte imprægneringsmidler, uanset om produktionen foregår i Danmark eller i udlandet. Ydermere vurderes det, at fodtøjsindustrien i et vist omfang anvender imprægneringsmidler fra samme producenter, som producerer til detailhandlen.

Herudover findes der et ukendt antal importører af fodtøj og beklædning, som importerer fra mange forskellige udenlandske fabrikanter. Det er ud fra de foreliggende oplysninger forfatterens

opfattelse, at kendskabet til hvilke imprægneringsmidler, som har været anvendt i disse produktioner, er yderst begrænset.

Der blev yderligere taget kontakt til én tæpperenser, som oplyste, at virksomheden selv importerer og anvender et imprægneringsmiddel fra USA.

Samlet er der fra forespørgslerne til fodtøjs- og boligtekstilindustrien samt tæpperenseren navngivet i alt 6 imprægneringsmidler. Dette vurderes at være en lille del af det samlede antal af imprægneringsmidler, der anvendes industrielt.

#### 4.3 Udvælgelse af 15 imprægneringsmidler til videre undersøgelse

Ud fra screeningen, jf. afsnit 4.2 skønnes det, at antallet af forskellige imprægneringsmidler på det danske marked er forholdsvis stort. Ved screeningen fremkom navne på hen ved 60 imprægneringsmidler, som sælges i detailhandlen samt ca. 12 imprægneringsmidler, som anvendes i renseri- og vaskeribranchen. Oplysningerne vurderes at være beskrivende for disse dele af markedet. Hvad angår den øvrige industrielle anvendelse af imprægneringsmidler må det konstateres, at markedet er "broget" og det er uklart, hvor mange imprægneringsmidler, der anvendes.

Da antallet af imprægneringsmidler, som skulle indgå i bruttolisten i projektoplægget var begrænset til 15 produkter, blev der i samråd med Miljøstyrelsen foretaget en udvælgelse af imprægneringsmidler til videre indsamling af oplysninger.

I samråd med Miljøstyrelsen blev det besluttet, at justere formålet, jf. afsnit 1.2, idet der kun opnås et delvist overblik over anvendte imprægneringsmidler og et delvist overblik over anvendte mængder. Formålet er herefter ændret til at give et overblik over hvilke stoffer, der anvendes i imprægneringsvæsker i hjemmene og eksempler på stoffer, der anvendes i industrien, vaskerier og rensierier.

Udvælgelsen blev derfor foretaget ud fra følgende kriterier:

- Der prioriteres imprægneringsmidler, der anvendes direkte af forbrugeren
- Der prioriteres imprægneringsmidler, der anvendes i væsentlige mængder.

De femten udvalgte imprægneringsmidler fremgår af tabel 4.1, idet produkterne er anonymiseret.

Tabel 4.1: Udvalgte 15 imprægneringsmidler.

Produktnr.	Anvendelse	Begrundelse for udvælgelsen
IM-01	Væske til imprægnering af åndbar beklædning i forbindelse med vask.	Sælges i detailhandlen i stort antal. Eksempel på imprægneringsvæske, der anvendes i forbindelse med hjemmeimprægnering ved vask.
IM-02	Væske til imprægnering af nubuck og ruskins fodtøj	Sælges detail i stort antal. Eksempel på imprægneringsspray, der anvendes til nubuck og ruskins fodtøj.
IM-03	Væske til imprægnering af tekstiler i tekstilindustrien	Anvendes i tekstilindustrien, i store mængder.

IM-04	Væske til imprægnering af tekstiler i tekstilindustrien	Anvendes i tekstilindustrien, i store mængder.
IM-05	Væske til imprægnering, der anvendes efter industriel rensning af tøj med tetrachlorethylen eller kulbrinter	Eksempel på imprægneringsvæske, der anvendes i forbindelse med industriel rensning af tøj.
IM-06	Væske til imprægnering, der anvendes efter industriel vask af tøj	Eksempel på imprægneringsvæske, der anvendes i forbindelse med industriel vask af tøj.
IM-07	Spray eller væske, til imprægnering af alle former for tekstiler, ruskind, læder, filt m.m.	Omfattende salg til det danske marked både detail og industrielt. Eksempel på all-round imprægneringsprodukt.
IM-08	Spray til imprægnering af alle former for tekstiler, ruskind, læder, filt m.m.	Omfattende salg til det danske marked både detail og industrielt. Eksempel på all-round spray-imprægnering.
IM-09	Spray til imprægnering af sko og læder	Sælges i detailhandlen i stort antal. Eksempel på spray-imprægnering til sko og læder.
IM-10	Spray til imprægnering af sko og læder	Sælges i detailhandlen i stort antal. Eksempel på spray-imprægnering til sko og læder.
IM-11	Spray til imprægnering af sko og læder	Sælges i detailhandlen i stort antal. Eksempel på spray-imprægnering til sko og læder.
IM-12	Spray til imprægnering af sko og læder	Sælges i detailhandlen i stort antal. Eksempel på spray-imprægnering til sko og læder.
IM-13	Spay til imprægnering af glat skind	Sælges i detailhandlen i stort antal. Eksempel på spray-imprægnering til glat skind.
IM-14	Spray til imprægnering af skind	Sælges i detailhandlen i stort antal. Eksempel på spray-imprægnering til glat skind.
IM-15	Væske til imprægnering af naturlige og syntetiske tekstiler til telte mv.	Sælges i detailhandlen i store mængder Eksempel på væske-imprægnering som smøres eller sprayeres på telte mv.

#### 4.4 Bruttoliste

På baggrund af informationerne om de enkelte imprægneringsmidler, er der udarbejdet en bruttoliste med oplysninger om anonymiseret produktnavn, anvendelse, indholdsstoffer, CAS nr., indhold i %, faresymbol og planlagte test for alle de 15 udvalgte imprægneringsmidler. Bruttolisten er baseret på oplysninger fra importørerne/leverandørerne af imprægneringsmidlerne samt fra sikkerhedsblade og varedeklarationerne. Bruttolisten er vedlagt i bilag A.

#### 4.5 Estimerede Forbrug af imprægneringsmidler i Danmark

##### 4.5.1 Detailhandlen

Ved screeningen af detailmarkedet for imprægneringsmidler blev det skønnet, at de indsamlede

oplysninger om forbrug af imprægneringsmidler dækker mere end 95 % af markedet. Ud fra forespørgsler til detailhandlen (kontakt til i alt 8 leverandørerne inklusive de 5 største på markedet) skønnes det, at der i år 2002 blev solgt mere end 57.300 liter imprægneringsmiddel.

Dette stemmer rimeligt overens med udtalelserne fra de største leverandører af imprægneringsmidler til detailhandlen, der blev bedt om at give et skøn over markedets størrelse. Leverandørerne skønnede, at de til sammen stod for omkring 90 % af leverancerne til detailhandlen i år 2002, svarende til ca. 47.000 liter imprægneringsmiddel.

#### 4.5.2 Industrien

Som oplyst tidligere dækkes 90 % af markedet for imprægneringsmidler anvendt i danske renserier af i alt tre importører/leverandører af kemikalier. Ud fra oplysninger fra disse leverandører er markedet for imprægneringsmidler skønnet. Det er, begrundet i det lave forbrug, valgt ikke at angive markedets størrelse i nærværende rapport, idet Miljøstyrelsen er bekendt med skønnet.

Tre fabrikanter af boligtekstiler og tæpperensere har været forespurgt om forbrugstal i forbindelse med screeningen, se også afsnit 4.2.2.2. Da deres markedsandel ikke kendes, giver det ikke et overblik over det samlede forbrug.

Det er derfor ikke muligt at vurdere, hvor store mængder af imprægneringsmiddel, der samlet anvendes industrielt, idet der kun er indhentet sparsomme oplysninger fra resten af brancherne.

## 5 Undersøgelse af stofafgivelse til hud, luft samt vaskevand ved vask

### 5.1 Udvalgelse af imprægneringsmidler til test

#### 5.2 Analyse og testmetoder

##### 5.2.1 Tekstil til imprægnering

##### 5.2.2 Imprægnering til svedtest og vasketest

##### 5.2.3 Test af migration til sved (svedtest)

##### 5.2.4 Vasketest

##### 5.2.5 Spraytest

##### 5.2.6 Analysemetoder

#### 5.3 Resultater

##### 5.3.1 Test af migration til sved (svedtest)

##### 5.3.2 Vasketest

##### 5.3.3 Spraytest

### 5.1 Udvalgelse af imprægneringsmidler til test

Undersøgelingsprogrammet omfattede jævnfør projektoplægget seks produkter, som skulle testes ved sved-, vaske- og spray-test. Da tre af de udvalgte produkter alene anvendes som væske i industrien, blev yderligere tre produkter valgt til spray-testen. Der er således udvalgt seks produkter til spraytest, seks til vasketest og seks til svedtest, svarende til samlet ni forskellige produkter. De ni produkter samt begrundelsen for udvælgelsen fremgår af tabel 5.1.

Tabel 5.1: Produkter udvalgt til test.

Produkt nr.	Begrundelse for udvælgelsen	Test
-------------	-----------------------------	------

IM-01	Sælges i detailhandlen i stort antal. Eksempel på imprægneringsvæske, der anvendes i forbindelse med hjemmeimprægnering ved vask.	Svedtest Vasketest
IM-03 og IM-04	Anvendes i tekstilindustrien, i store mængder. IM-03 og IM-04 blandes ved anvendelsen.	Svedtest Vasketest
IM-05	Eksempel på imprægneringsvæske, der anvendes i forbindelse med industriel rensning af tøj.	Svedtest Vasketest
IM-07	Omfattende salg til det danske marked både detail og industrielt.  Eksempel på all-round imprægnering.	Spraytest Svedtest Vasketest
IM-08	Omfattende salg til det danske marked både detail og industrielt.  Eksempel på all-round imprægnering.	Spraytest Svedtest Vasketest
IM-09	Sælges i detailhandlen i stort antal. Eksempel på spray-imprægnering til sko og læder.	Spraytest
IM-10	Sælges i detailhandlen i stort antal. Eksempel på spray-imprægnering til sko og læder.	Spraytest
IM-12	Sælges i detailhandlen i stort antal. Eksempel på spray-imprægnering til sko og læder.	Spraytest Svedtest Vasketest
IM-15	Sælges i detailhandlen i store mængder. Eksempel på væske-imprægnering som smøres eller sprayeres på telte mv.	Spraytest

## 5.2 Analyse og testmetoder

### 5.2.1 Tekstil til imprægnering

Imprægneringsmidlerne er beregnet til forskellige materialer såsom læder, ruskind, regntøj osv. Til alle testene blev der dog benyttet det samme materiale for at kunne udelukke kemiske påvirkninger fra forskellige typer af materiale. Ydermere blev det besluttet at benytte et tekstilmateriale til testene, da alle produkterne kan bruges til tekstil i henhold til etiketterne eller information fra leverandørerne.

Følgende kriterier blev anvendt ved udvælgelsen af tekstilet:

- samme type af tekstil til alle testene og alle produkter
- et dansk produceret tekstil for at sikre, at der er flest mulige oplysninger om tekstilet
- kraftigt tekstil, svarende til f.eks. overtøj
- et tekstil, der har fået tilført et minimum af kemiske stoffer under produktionen

- et kunststof, for at undgå indhold af f.eks. pesticider.

Et dansk produceret møbelstof af polyester med en vægt på 320 gram/1,5m<sup>2</sup> blev valgt til forsøgene.

#### 5.2.2 Imprægnering til svedtest og vasketest

Til de efterfølgende migrationstest (svedtest) og vasketest blev et stykke tekstil på 3,5 m<sup>2</sup> imprægneret. Alle imprægneringsprodukter blev påført tekstilet således, at det bedst muligt svarede til anbefalingerne anvist af leverandørerne og/eller producenterne af produkterne.

I bilag B er det skitseret, hvordan imprægneringen af forsøgstekstilet blev udført med de udvalgte produkter.

#### 5.2.3 Test af migration til sved (svedtest)

Der fremstilles en opløsning af kunstig sved i henhold til DS/EN 1811 bestående af:

- Natrium chlorid
- Ammoniakopløsning
- Mælkesyre
- Carbamid
- Beluftet, deioniseret vand.

En delprøve af tekstilet svarende til et areal på 10x30 cm eller 3 dm<sup>2</sup> blev klippet af det imprægnerede stykke tekstil. Tekstilet blev placeret i en glasbeholder og tilsat 300 ml kunstig sved. En blindprøve med ikke-imprægneret tekstil blev ligeledes fremstillet. Alle prøver blev inkuberet ved 33° C i 24 timer. Temperaturen er valgt ud fra en betragtning om, at 33° C svarer til temperaturen på hudens overflade, hvor en eventuel migration til sved vil kunne ske. Efter inkuberingen blev væsken analyseret for PFOS/PFOA forbindelser, silikoneforbindelser og organiske opløsningsmidler. Der henvises til afsnit 5.2.6 og bilag C for analysemetoder.

Pga. en påvisning af isocyanater i henholdsvis vaskevand og migrationsvæske fra prøve IM-03/04, blev det i samråd med Miljøstyrelsen besluttet at foretage en ny migrationstest (svedtest) på prøve IM-03/04 og umiddelbart efter analysere for isocyanater og aminer.

#### 5.2.4 Vasketest

Alle vasketest blev udført ved brug af en AEG vaskemaskine (ÖKO-LAVAMAT73620), der repræsenterer en almindelig husholdningsvaskemaskine.

Et indledende forsøg med ikke-imprægneret tekstil og vaskepulver viste, at de ekstraherbare organiske forbindelser fra vaskepulveret interfererede med analyserne for både silikone, PFOS/PFOA-forbindelser og organiske opløsningsmidler. I samråd med Miljøstyrelsen blev det derfor besluttet at vaske uden tilsætning af vaskepulver.

Til vasketestene blev et imprægneret stykke tekstil på 3 m<sup>2</sup> benyttet. Det imprægnerede tekstil blev ikke suppleret med andet tekstil ved vasken. Vasken blev udført som en 40°C kulørt vask uden forvask, da ingen af produkterne anviste særlige temperaturkrav eller forholdsregler i øvrigt for vask.

Med henblik på at undgå for stor fortynding af vaskevandet, blev det aftalt med Miljøstyrelsen at alene vaskevandet blev opsamlet, svarende til at skyllevandet ikke indgik i testen.

Der blev fremstillet en blindprøve ved en vask af 3 m<sup>2</sup> tekstil, der ikke var imprægneret.

Vaskevandet og blindprøven blev efterfølgende analyseret for PFOS/PFOA-forbindelser, silikoneforbindelser og organiske opløsningsmidler. For analysemetoder henvises til afsnit 5.2.6 og bilag C.

#### 5.2.5 Spraytest

Spray-eksponeringstesten blev udført i et lukket telt med minimal vindeksponering (luftskifte: 8-14 gange pr. time). Teltet har et areal på 9 m<sup>2</sup> og et volumen på 20,25 m<sup>3</sup>. Et stykke tekstil på 1,75 m<sup>2</sup> var hængt op, så stoffladen var lodret. Alle produkterne blev påsprøjtet manuelt i en afstand til stoffladen på ca. 15 cm. Spraydåserne blev holdt i en vinkel på ca. 25° fra lodret position under imprægneringen. Der blev sprøjtet i 6 minutter for alle produkter. Det blev bestemt ved vejning, hvor stor en mængde af de enkelte produkter, der blev brugt i løbet af de 6 minutter.

Under alle eksponeringstest var en partikeltæller placeret 1 m bag personen, der foretog imprægneringen. Testpersonen bar under alle test en handske på den hånd, der holdt spraydåserne. På handsken var monteret et glasfilter, der efterfølgende blev analyseret for PFOS/PFOA-forbindelser, silikoneforbindelser og organiske opløsningsmidler. For analysemetoder henvises til afsnit 5.2.6 og bilag C.

Måling for partikler er foretaget med laserpartikeltæller af type Kratel Partoscope. Apparatet registrerer og tæller enkeltpartikler i 7 størrelsesklasser fra 0,5 til 20 µm. Under måling var måleinstrumentet placeret ca. 1 meter bag operatøren i 0,8 meters højde. For at kunne korrigere for baggrundsniveauet blev baggrundskoncentrationen af partikler bestemt i testrummet forud for hver test.

#### 5.2.6 Analysemetoder

Der henvises til bilag C for nærmere beskrivelse af analysemetoderne.

I bilag D er angivet CAS numre for de påviste forbindelser og øvrige analyserede forbindelser.

### 5.3 Resultater

#### 5.3.1 Test af migration til sved (svedtest)

Der er analyseret for følgende udvalgte PFOS/PFOA forbindelser:

- Perfluorobutansulfonat
- Perfluorohexansulfonat
- Perfluorooktansulfonat
- Perfluorodecansulfonat
- Perfluorooktansulfonamid
- N-ethyl perfluorooktansulfonamid
- Perfluoroheptansyre
- Perfluorooktansyre.

Resultatet af analyserne fra migrationstestene er angivet i tabel 5.2. Analysen er foretaget på kunstig sved og efterfølgende omregnet til arealet af det imprægnerede tekstil, µg/dm<sup>2</sup>. Der er foretaget analyse af produkterne IM-01, IM-03/04, IM-05, IM-07, IM-08 og IM-12.

Detektionsgrænsen har været 0,2 µg/dm<sup>2</sup>.

Tabel 5.2: Svedtest - Resultater af analyse for udvalgte PFOS/PFOA forbindelser. Resultaterne er angivet i  $\mu\text{g}/\text{dm}^2$ .

Komponent	Detektions-grænse	IM-05
Perfluoroheptansyre	0,2	0,20
Perfluorooktansyre	0,2	0,44

Der er ved denne test kun fundet PFOA forbindelser i produkt IM-05. For de øvrige produkter er der ikke fundet PFOS/PFOA forbindelser.

I tabel 5.3 er resultaterne for IR analysen for silikone forbindelser ved svedtesten angivet. Der kunne påvises spor af silikone forbindelser i to af væskerne efter migrationstesten. Analysen giver ikke oplysninger om, hvilke specifikke silikoneforbindelser, der er påvist ved analysen. Analysen er foretaget på kunstig sved og efterfølgende omregnet til arealet af det imprægnerede tekstil,  $\mu\text{g}/\text{dm}^2$ .

Der er foretaget analyse af produkterne IM-01, IM-03/04, IM-05, IM-07, IM-08 og IM-12.

Tabel 5.3: Svedtest - Resultater af analyse for silikone forbindelser. Resultaterne er angivet i  $\mu\text{g}/\text{dm}^2$ .

Komponent	Detektions-grænse	IM-01	IM-07
Silikone forbindelser	20	Spor	Spor

-: Under detektionsgrænsen

I de øvrige analyserede produkter, er der ikke fundet silikoneforbindelser.

I forbindelse med migrationstesten til sved, blev der foretaget en GC/MS screening for organiske opløsningsmidler. Resultaterne fremgår af tabel 5.4. Ved analysen blev der i ét produkt påvist to komponenter, der kan benyttes som opløsningsmiddel. I ét andet produkt blev der påvist en enkelt komponent. For de øvrige fire produkter kunne der ikke påvises organiske opløsningsmidler over detektionsgrænsen.

Analysen er foretaget på kunstig sved og efterfølgende omregnet til arealet af det imprægnerede tekstil,  $\mu\text{g}/\text{dm}^2$ .

Tabel 5.4: Svedtest - Resultater af analyse for organiske opløsningsmidler. Resultaterne er angivet i  $\mu\text{g}/\text{dm}^2$ .

Komponent	Detektions-grænse	IM-03 og IM-04	IM-07
1-butanol	0,4	-	12



2-butanon-oxime	0,4	44	-
2-butanon	0,4	1,5	-

-: Under detektionsgrænsen

Der blev udført en ekstra migrationstest for prøve IM-03/04, hvorefter simulanten blev analyseret for isocyanater og aminer, idet der var mistanke om tilstedeværelsen af disse komponenter. Det imprægnerede tekstil, der er benyttet til migrationstesten var ikke ny-imprægneret, men var imprægneret sammen med de tidligere tekstiler ca. to måneder før analysen. Til trods for at tekstilet har været pakket ind i rilsanpose med et minimum af luft, kan det ikke udelukkes, at tilstedeværende isocyanater kan være blevet omdannet til de korresponderende aminer.

Resultatet af analysen er angivet i tabel 5.5.

Tabel 5.5: Resultater af analysen for isocyanater og aminer. Resultaterne er angivet i  $\mu\text{g}/\text{dm}^2$ .

Komponent	Detektionsgrænse	IM-03/04
Hexamethylendiisocyanat (HDI)	0,04	-
2,6-Toluendi-isocyanat (TDI)	0,04	-
2,4- Toluendi-isocyanat (TDI)	0,04	-
Diphenylmethan-4,4'-diisocyanat (MDI)	0,04	-
HMDI	0,04	-
2,6-Toluendiamin	0,04	0,10
2,4-Toluendiamin	0,04	0,37
HMDA	0,04	-
MDA	0,04	-

-: Under detektionsgrænsen

### 5.3.2 Vasketest

Der blev påvist to PFOA-forbindelser i vaskevandet fra ét af de undersøgte produkter, se også tabel 5.6. Vaskevandet udgjorde i alt 6,4 liter for alle vasketest. Der er analyseret for de samme PFOS/PFOA forbindelser, som anført i afsnit 5.3.1.

Der er foretaget analyse af produkterne IM-01, IM-03/04, IM-05, IM-07, IM-08 og IM-12.

Der er kun fundet PFOA forbindelser i et enkelt produkt, IM-05.

Tabel 5.6: Vasketest - Resultater af analyse af vaskevand for udvalgte PFOS/PFOA forbindelser. Resultaterne er angivet i  $\mu\text{g}/\text{dm}^2$ .

Komponent	Detektions-grænse	IM-05
Perfluoroheptansyre	0,04	0,12
Perfluorooktansyre	0,04	0,23

-: Under detektionsgrænsen

Analysen for silikoneforbindelser er foretaget på vaskevandet, og der blev påvist silikone i vaskevandet fra ét produkt samt spor i vaskevandet fra ét andet, se også tabel 5.7. Det kan ved denne analyse ikke bestemmes, hvilke specifikke komponenter, der er påvist.

Tabel 5.7: Vasketest - Resultater af analyse af vaskevand for silikone forbindelser. Resultaterne er angivet i  $\mu\text{g}/\text{dm}^2$ .

Stofgruppe	Detektions-grænse	IM-01	IM-07
Silikone forbindelser	5	Spor	7,1

-: Under detektionsgrænsen

Der er foretaget en GC/MS screening for organiske opløsningsmidler i vaskevandet. Ved analysen blev der påvist tre komponenter i én af prøverne (IM-03/04) af vaskevand. Der blev ikke påvist opløsningsmidler i de øvrige prøver, IM-01, IM-05, IM-07, IM-08 og IM-12.

Tabel 5.8: Vasketest - Resultater af analyse af vaskevand for organiske opløsningsmidler. Resultaterne er angivet i  $\mu\text{g}/\text{dm}^2$ .

Komponent	Detektions-grænse	IM-03 og IM-04
Diethylenglycol	0,4	1,3
2-butanon-oxime	0,4	14
2-butanon	0,4	0,45

-: Under detektionsgrænsen

### 5.3.3 Spraytest

Personen, der udførte spray-eksponeringsscenarioet, bar handsker under testen. På den hånd, der holdt sprayflasken var handsken påmonteret to glasfiltre, der simulerer huden under eksponeringen. Disse filtre er efterfølgende analyseret. For at kunne bruge eventuelt påviste

komponenter til en toksikologisk vurdering af eksponeringen af huden, er mængden af stof pr. filter omregnet til mængden af stof pr.  $\text{dm}^2$  dvs.  $\mu\text{g}/\text{dm}^2$ .

Følgende imprægneringsprodukter blev testet i spraytesten: IM-07, -08, -09, -10, -12 og -15.

Der kunne ikke påvises PFOS/PFOA-forbindelser over detektionsgrænsen ved analysen af filtrene. Detektionsgrænsen for PFOS/PFOA-forbindelser er bestemt til  $0,3 \mu\text{g}/\text{dm}^2$ .

Ved IR analyse af filtrene blev der ikke påvist silikoneforbindelser over detektionsgrænsen, som kunne bestemmes til  $200 \mu\text{g}/\text{dm}^2$ .

Analysen for de organiske opløsningsmidler er ligeledes foretaget på filtrene

For alle filtre fra spraytesten gælder det, at der ikke blev påvist et indhold af organiske opløsningsmidler over detektionsgrænsen, som er  $3.000 \mu\text{g}/\text{dm}^2$ .

Mængden af partikler er bestemt ved brug af en partikeltæller, der var opstillet 1 m bag forsøgspersonen. Den respirable fraktion udgøres af partikler med en størrelse mindre end  $10 \mu\text{m}$  i diameter (aerodynamisk diameter). På baggrund af partikelantallet, størrelsesfordelingen og en antaget vægtfylde på  $1 \text{g}/\text{cm}^3$  er partikeltilvæksten af den respirable fraktion omregnet til en tilvækst i partikelkoncentration udtrykt som  $\text{mg}/\text{m}^3$  og angivet i tabel 5.9.

Måleresultatet er korrigeret for baggrund. Det rapporterede resultat repræsenterer således tilvæksten i partikler i testrummet som følge af imprægneringen.

Tabel 5.9: Spraytest – Påført mængde imprægneringsmiddel og resultater af partikeltællingen.

	IM-07	IM-08	IM-09
Påført mængde ved spraytesten, g	250	260	170
Partikelmasse, respirabel fraktion, $\text{mg}/\text{m}^3$	0,034	0,041	0,22

Tabel 5.9: fortsat: Spraytest - Påført mængde imprægneringsmiddel og resultater af partikeltællingen.

	IM-10	IM-12	IM-15
Påført mængde ved spraytesten, g	170	180	200
Partikelmasse, respirabel fraktion, $\text{mg}/\text{m}^3$	0,21	0,66	0,20

## 6 Eksponering ved imprægnering i hjemmet

### 6.1 Eksponeringsscenarier

### 6.2 Eksponering af hud

#### 6.2.1 Beregningsscenarier for hudoptag ved brug af imprægneret overtøj og

sko

6.2.2 Beregningsscenarier for hudoptag ved spraypåføring af imprægnering

6.3 Koncentration af partikler og gasser i luften

6.3.1 Beregningsscenarier for koncentration af partikler og aerosoler i luften

6.3.2 Beregningsscenarier for koncentrationen af gasser i luften

6.4 Udledning til miljøet

6.1 Eksponeringsscenarier

Forbrugere, som selv udfører imprægnering af sko, tekstiler, telte o. lign. har en risiko for at blive påvirket af de kemikalier, der indgår i imprægneringsvæskerne. Påvirkningen kan ske ved håndteringen af væskerne og især foregå via følgende eksponeringsformer:

- Hudkontakt med imprægneringsvæsken i imprægneret tekstil
- Inhalering af aerosoler eller gasformige kemikalier fra imprægneringen

Ved påføring og brug af imprægnerede tekstiler er der desuden en risiko for eksponering af mennesker og miljøet.

Der er i det følgende opstillet eksponeringsscenarier for indånding (inhalation), optag via hud samt udledning til miljøet. Eksponeringsscenarier er udført med EU's EASE baserede metoder til risikovurdering af kemiske stoffer (TGD, 1996 og TGD, 2003).

Alle scenarierne belyser følgende 3 situationer:

- imprægnering af et telt
- imprægnering af overtøj
- imprægnering af støvler/sko

Imprægnering af et telt

I situationen imprægneres et telt på  $6 \text{ m}^2$ , som repræsenterer et mindre to-mandstelt. Imprægneringen foregår med spray i et rum på  $20 \text{ m}^3$ , svarende til en entré (f.eks.  $2,5 \text{ m} \times 3,4 \text{ m} \times 2,3 \text{ m}$ ). Påvirkning af hud ved påføring og brug samt inhalation ved påføring vurderes. Derudover vurderes udledning til miljøet.

Imprægnering af overtøj

I situationen imprægneres overtøj (areal  $0,9 \text{ m}^2$ ) til en voksen person. Imprægneringen foregår med spray i et rum på  $20 \text{ m}^3$  eller  $2 \text{ m}^3$ . Sidstnævnte situation illustrerer en kortvarig situation, hvor volumenet repræsenterer den luftmængde ( $2 \text{ m}^3$ ), der er omkring personen, jf. TGD (2003). Påvirkning af hud ved påføring og brug samt inhalation ved påføring vurderes.

Imprægnering af fodtøj

I situationen imprægneres et par støvler til en voksen, svarende til  $0,3 \text{ m}^2$ . Imprægneringen foregår med spray i et rum på  $20 \text{ m}^3$  eller  $2 \text{ m}^3$ , som illustrerer en kortvarig situation. Volumenet repræsenterer den luftmængde ( $2 \text{ m}^3$ ), der er omkring personen, jf. TGD (2003). Påvirkning af hud ved påføring samt inhalation ved påføring vurderes.

I alle scenarier tager udgangspunkt i resultaterne fra de udførte test (spraytest og svedtest). I beregningsscenarierne er der anvendt varierende arealer af tekstiler. Arealerne er forskellige fra de, der er anvendt i testene. Det skønnes dog, at der kan regnes med proportionalitet.

I beregningsscenarierne er der forudsat varierende luftskifter, som generelt er lavere end de, der er anvendt ved spraytestene. Der regnes generelt med et luftskifte på 0,5 gange pr. time, svarende til det gennemsnitlige luftskifte i danske boliger. I enkelte situationer regnes desuden med et luftskifte på 4 gange pr. time, svarende til en situation, hvor der er etableret gennemtræk. Det skønnes, at emissionsforholdene ved disse lavere luftskifte er proportionale med de resultater, der er opnået ved spraytestene.

## 6.2 Eksponering af hud

Eksponering af hud kan ske i forbindelse med påføring af imprægneringsmidlet og ved brug af imprægnerede produkter. De gennemførte analyser i forbindelse med svedtest (brug) har påvist, at kemiske stoffer fra imprægneringsmidlet kan overføres til sved og derved overføres til huden, se også afsnit 5.3.

Følgende parametre indgår i vurderingen af hudeksponeringens omfang:

W	areal af imprægneret materiale	dm <sup>2</sup>
C	vægtandel af det kemiske stof	mg/dm <sup>2</sup>
A	areal af eksponeret hud	dm <sup>2</sup>
n	antal gange eksponeringen foregår	pr. dag
E	potentiell eksponering	mg
BW	legemsvægt	kg
U <sub>der,pot</sub>	mængde af kemisk stof, der potentielt optages	pr. kg legemsvægt

Areal af imprægneret materiale opgøres i dette tilfælde i dm<sup>2</sup>. Mængden af det kemiske stof, der kan overføres til huden opgøres i mg/dm<sup>2</sup>. Mængden af det kemiske stof ses f.eks. af resultaterne for svedtest eller fra analyse af filtre påsat hænder under påføring, se også afsnit 5.3.1 og 5.3.3.

I tabel 6.1 er der angivet overfladearealer og legemsvægte for de tre persongrupper: mænd, kvinder og børn (TGD, 2003).

Tabel 6.1: Forudsætninger for beregning af potentielle optag via huden for mænd, kvinder og børn (TGD, 2003).

Persongruppe	Overfladeareal (A) dm <sup>2</sup>	Legemsvægt (BW) kg
Mænd	194	70
Kvinder	169	60
Børn (2-3 år)	60,3	15

Ved brug af imprægneret materiale, f.eks. regntøj eller sko, er det ligeledes en fraktion af hudoverfladen, der er i direkte kontakt med det imprægnerede materiale. Det antages, at det primært handler om fødder, underben, arme, hals og hoved, svarende til 66,50 dm<sup>2</sup> for en voksen person (TGD, 2003). Dette udgør ca. 35 % af hudoverfladen.

Det antages, at eksponering ved udførelse af imprægnering er en enkeltstående hændelse, f.eks. 1 gang årligt. Brug af sko og regntøj kan foregå flere gange samme dag, og det antages, at hele den afgivne mængde fundet ved svedtesten overføres til huden. Det antages, at der ved påføring af imprægneringsmiddel primært vil foregå eksponering af hænder og underarme svarende til i alt 29,80 dm<sup>2</sup> for en voksen eller ca. 15 % af hudoverfladen (jf. TGD, 2003).

Den aktuelle eksponering beregnes efter følgende formel (TGD, 2003):

$$(1) E = C * A$$

Beregning af den aktuelle optagelse pr. kg legemsvægt foregår efter følgende formel (TGD, 2003):

$$(2) U_{\text{der, pot}} = E * n / BW$$

### 6.2.1 Beregningsscenarier for hudoptag ved brug af imprægneret overtøj og sko

Migrationstestene på produkterne IM01, IMo3/04, IM05, IM07, IM08 og IM12, se afsnit 5.3.1 viser, at der kan ske en overførelse af de analyserede kemiske stoffer til sved fra produkterne IM-03/-04, IM-05 og IM-07. Det antages, at hele den overførte mængde absorberes via huden ("worst case"). For de øvrige produkter, der er undersøgt, er der ikke fundet afgivelse af de analyserede kemiske stoffer i kvantificerbare mængder.

I scenariet for hudoptag ved brug af imprægneret overtøj og fodtøj er der således følgende antagelser:

- de fundne koncentrationer af stoffer i sveden angivet i tabel 5.2, 5.4 og 5.5 antages at være lig med C, jf. ligning 1
- den optagne mængde sættes lig med C, dvs. 100 % optag
- det eksponerede areal sættes til 35 % af hudoverfladen

Den følgende tabel 6.2 viser resultaterne af beregninger (jf. ligning 1 og 2) af potentielt hudoptag for hhv. mænd, kvinder og børn ved brug af imprægneret tøj.

I kolonnen yderst til højre er den daglige udsættelse beregnet for børn i en "realistic case", hvor det antages, at optaget som følge af én imprægnering fordeles på 100 dage om året. De 100 dage er valgt ud fra en betragtning om, at det imprægnerede tøj bruges på dage med nedbør i form af regn eller sne, hvilket skønsmæssigt svarer til 1/4- 1/3 af året.

Tabel 6.2: Potentielle optag af kemiske stoffer via huden ved brug af imprægneret beklædning og sko for mænd, kvinder og børn (µg/kg legemsvægt/imprægnering).

Kemisk stof (produkt)	"Worst case"			"Realistic case"
	Mænd	Kvinder	Børn	Børn
Perfluoroheptansyre (IM-05)	0,2	0,2	0,3	0,003
Perfluorooktansyre (IM-	0,4	0,4	0,6	0,006

05)				
2-butanon-oxime (IM-03/04)	42,7	43,4	61,9	0,62
2-butanon (IM-03/04)	1,5	1,5	2,10	0,02
1-butanol (IM-07)	11,6	11,8	16,9	0,17
2,6-toluendiamin (IM-03/04)	0,10	0,10	0,14	0,001
2,4-toluendiamin (IM-03/04)	0,36	0,36	0,52	0,005

Beregnet efter ligning (1) og (2) på basis af analyseresultater fra svedtest

Resultaterne fra beregningerne er i afsnit 8 sammenlignet med de enkelte stoffers NOAEL (no observed adverse effect level) for at vurdere, om de beregnede hudoptag udgør en risiko for effekter på forbrugerne.

#### 6.2.2 Beregningsscenarier for hudoptag ved spraypåføring af imprægnering

De udførte spraytest ved påføring af udvalgte imprægneringsmidler, IM01, IMo3/04, IM05, IM07, IM08 og IM12, har ikke påvist en overførelse af hverken organiske opløsningsmidler, silikoneforbindelser eller PFOS/PFOA-forbindelser til huden.

Mængden af overført stof til huden vil afhænge af såvel afstand til emnet, der skal imprægneres som af spraydiffusorens udformning. Det antages, at der under spraypåføring af imprægnering sker en overførelse til huden af en del af den påførte mængde, hvis der påføres på et håndholdt emne, f.eks. sko eller støvler. I beregningerne for fodtøj er det antaget, at 50 % af mængden af de fundne stoffer overføres til huden. I beregningsscenariet for påføring af imprægneringsmiddel på et telt (6 m<sup>2</sup>) og overtøj (0,9 m<sup>2</sup>) antages det, at emnerne er ophængt og 10 % af stofferne rammer huden.

Beregningerne er vist i tabel 6.3 for de produkter, der indgår i migrationstesten (svedtesten) og som er spraypåført, dvs. produkterne IM-05 og IM-07.

Tabel 6.3: Potentielle optag af kemiske stoffer via huden beregnet for kvinder ved sprayimprægnering på et telt, overtøj eller fodtøj (µg/kg legemsvægt /imprægnering).

Kemisk stof (produkt)	Telt	Overtøj	Fodtøj
Perfluoroheptansyre (IM-05)	3,4	0,5	0,04
Perfluorooktansyre (IM-05)	7,4	1,1	0,09
1-butanol (IM-07)	203	30	2,5

Beregnet efter ligning (1) og (2) på basis af analyseresultater fra svedtest

Det skal bemærkes, at resultaterne af et tilsvarende beregningsscenarium for børn viser et hudoptag, der er ca. 40 % højere end de i tabel 6.3 viste niveauer. Optag hos mænd er ca. 1,5 % lavere end for kvinder.

### 6.3 Koncentration af partikler og gasser i luften

En beregning af koncentrationen af partikler og gasser i luften kan bruges til at vurdere eksponeringens størrelse og vurdere risikoen ved inhalation. De beregnede værdier for koncentrationer i luften kan efterfølgende sammenlignes med eksisterende grænseværdier for partikler og gasser i luften, se også afsnit 8.

Emitteres forureninger momentant til et luftvolumen vil forureningerne i luften ideelt falde med en hastighed, der afhænger af luftskiftet. Koncentrationen til tiden  $t$  kan beregnes efter:

$$(5) C_t = C_0 * \exp^{-k*t}, \text{ hvor}$$

$C_t$	koncentrationen til tiden $t$ ,	$\text{mg}/\text{m}^3$
$C_0$	koncentrationen til tiden $t=0$ ,	$\text{mg}/\text{m}^3$
$k$	ventilationsrate,	$\text{h}^{-1}$
$t$	tiden,	$\text{h}$

#### 6.3.1 Beregningsscenarier for koncentration af partikler og aerosoler i luften

Koncentrationen af partikler i indeluften 30 minutter efter imprægneringen er afsluttet er beregnet efter ligning 5 og vist i tabel 6.4.

Der er følgende antagelser for beregningerne:

- den akkumulerede partikelmasse efter 6 minutters spraypåføring, som er refereret i tabel 5.9, antages at udgøre den maksimale koncentration af partikler i luften
- der er tale om worst case, hvor imprægnering foregår ved et lavere luftskifte (0,5 gange pr. time) end i spraytesten. Da spraytesten foregik ved et middelluftskifte på 11 gange pr. time, kan  $C_0$  sættes lig med den analyserede partikelmasse i tabel 5.9 gange 11 divideret med 0,5.

Tabel 6.4: Partikel/aerosol koncentration 30 min. efter imprægnering af telt, overtøj eller fodtøj er udført ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ).

Imprægneringsmiddel	Telt	Overtøj	Fodtøj
IM-07	2,0	0,30	0,10
IM-08	2,4	0,36	0,12
IM-09	12,9	1,94	0,64
IM-10	12,3	1,84	0,61
IM-12	38,7	5,80	1,95
IM-15	3,4	1,76	0,58



Det skal bemærkes, at koncentrationerne af partikler vil være højere, hvis rummets størrelse er mindre end 20 m<sup>3</sup>, hvis der ikke er fuld opblanding af luften i rummet eller hvis luftskiftet er lavere.

### 6.3.2 Beregningsscenarier for koncentrationen af gasser i luften

Koncentrationen af gasser i luften kan beregnes ud fra den samme formel som ovenfor (ligning 5), og resultaterne fremgår af tabel 6.5.

Der er følgende antagelser ved beregningerne:

- 50 % af den forbrugte mængde ( $Q_{\text{prod}}$ ) består af flygtige gasser,  $C_0$  beregnes ud fra forbrugt mængde, jf. tabel 5.9 og ligning 4
- der regnes på imprægnering af telt, overtøj eller fodtøj
- der regnes med forskellige luftskifter, et lavt luftskifte for fodtøj ( $k = 0,5 \text{ h}^{-1}$ ) og et højere for telt og overtøj, hvor der regnes med gennemtræk ( $k = 4 \text{ h}^{-1}$ )

Det beregnede niveau af gasser i luften efter 30 minutter er anført i tabel 6.5 for de 6 produkter anvendt i spraytesten.

Tabel 6.5: beregnet koncentration af gasser i indeluften 30 min. efter imprægnering af telt, overtøj eller fodtøj med varierende luftskifte (mg/m<sup>3</sup>).

Imprægneringsmiddel	Telt (luftskifte 4 gange pr. time)	Overtøj (luftskifte 4 gange pr. time)	Fodtøj (luftskifte 0,5 gange pr. time)
IM-07	2.900	430	830
IM-08	3.010	450	870
IM-09	1.970	290	570
IM-10	1.970	290	570
IM-12	2.090	310	600
IM-15	2.320	350	670

Beregning er udført efter ligning 4 og 5

### 6.4 Udledning til miljøet

De udførte vasketest af produkter imprægneret med produkterne IM01, IM03/04, IM05, IM07, IM08 og IM12, se afsnit 5.3.2, har påvist, at der sker en udledning med vaskevandet af PFOA forbindelser fra produkt IM-05. IM-05 er et produkt på væskeform, der anvendes på renseserier. Der sker også udledning af organiske opløsningsmidler med vaskevandet fra produkt IM-03/04, som anvendes i tekstilindustrien. Det er ikke muligt at give et estimat over den samlede udledning fra industrien, da det ikke har været muligt at kortlægge forbruget af imprægneringsmidler i industrien. Det er derfor ikke muligt at vurdere påvirkningen af miljøet.

Ved sprayimprægnering med imprægneringsmidler vil der frigives flygtige organiske opløsningsmidler (VOC), som ender i miljøet. Den samlede udledning til miljøet, fra private forbrugeres anvendelse af imprægneringsmidler, kan estimeres ud fra følgende antagelser:

- det samlede forbrug hos private forbrugere er ca. 50.000 l om året
- 75 % af dette forbrug er produkter på sprayform.

Hvis det antages, at indholdet af flygtige organiske opløsningsmidler varierer fra 25 til 75 % skønnes den samlede udledning af flygtige organiske opløsningsmidler til miljøet at være af størrelsesordenen 10 - 30.000 l pr. år eller 10 - 30 tons pr. år.

## 7 Data til vurdering af sundhedsforhold ved imprægnering i hjemmet

### 7.1 Opsummering af analyseresultater

### 7.2 Data til vurdering af påvirkning af sundhed

### 7.3 Data til vurdering af enkeltstoffer

#### 7.3.1 Perfluoroheptansyre og Perfluorooctansyre

#### 7.3.2 2-butanon-oxime

#### 7.3.3 2-butanon

#### 7.3.4 1-butanol

#### 7.3.5 2,6- toluendiamin og 2,4-toluendiamin

#### 7.3.6 Aerosoler/partikler og organiske opløsningsmidler

### 7.1 Opsummering af analyseresultater

Data fra de udførte analyser af henholdsvis migration til sved og analyse af udledning via vaskevand ved vasketest er opsamlet i nedenstående tabel.

Tabel 7.1: Identificerede stoffer ved svedtest (migration) og ved vasketest.

Kemiske stoffer	Afgivelse ved spraytest eller vasketest µg/dm <sup>2</sup>					
	IM-01	IM-03/04	IM-05	IM-07	IM-08	IM-12
Komponenter						
Migration til sved						
Silikoneforbindelser	spor	-	-	spor	-	-
Perfluoroheptansyre	-	-	0,2	-	-	-
Perfluoroktansyre	-	-	0,44	-	-	-
1-butanol	-	-	-	12	-	-
2-butanonoxime	-	44	-	-	-	-
2-butanon	-	1,5	-	-	-	-
Isocyanater	i.a.	-	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.
2,6- toluendiamin	i.a.	0,10	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.
2,4- toluendiamin	i.a.	0,37	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.

Afgivelse til vaskevand						
Silikonforbindelser	spor	-	-	7,1	-	-
Perfluorheptansyre	-	-	0,12	-	-	-
Perfluoroktansyre	-	-	0,23	-	-	-
Diethylenglykol	-	1,3	-	-	-	-
2-butanonoxime	-	14	-	-	-	-
2-butanon	-	0,45	-	-	-	-

-: under dektektionsgrænsen, i.a.: ikke analyseret

I den efterfølgende tabel 7.2 er der vist en samlet oversigt over resultater af aerosolmålinger fra spraypåføring af imprægneringsmidler (jf. kap. 5). I samme tabel er der også vist de flygtige komponenter, der jf. oplysninger fra leverandørerne anvendes i sprayimprægneringsmidlerne (se bilag A).

Tabel 7.2: Samlet oversigt over aerosoler/partikler ved spraytest.

Komponenter	Produkter					
	IM-07	IM-08	IM-09	IM-10	IM-12	IM-15
Respirabel partikelmasse mg/m <sup>3</sup>	0,034	0,041	0,22	0,21	0,66	0,20
Oplyste flygtige komponenter (jf. datablade, se bilag A)	Isopropanol Isododekan	ikke oplyst	Petroleum Isobutan Propan	Heptan 2-propanol testbenzin propanol butan	Naphtha Isobutan Propan Butan n-butylacetat	Naphtha

De i tabel 7.1 og 7.2 viste resultater er sammen med eksponeringsscenarierne i afsnit 6 udgangspunkt for en vurdering af sundhedsforhold ved imprægnering i hjemmet.

## 7.2 Data til vurdering af påvirkning af sundhed

Vurdering af en eventuel påvirkning af sundhed er i denne rapport foretaget ud fra en vurdering af eksponeringen af mennesker med de stoffer, der kan afgives fra imprægneringsmidlerne. Det er i nærværende rapport taget udgangspunkt i de enkeltstoffer, der er fundet i de forskellige test (jf. kap. 5), dvs. specifikke enkeltstoffer, partikler og aerosoler.

Størrelsen af eksponeringen med specifikke stoffer kan vurderes i relation til kendte grænseværdier for enkeltstoffer. Grænseværdierne angiver, hvornår der er en risiko for påvirkning af sundhed. Ved vurdering af enkeltstoffer tages i denne rapport udgangspunkt i kendte NOAEL (no observed adverse effect level), da de er et udtryk for ved hvilke koncentrationer eller optagne mængder, der er risiko for uønskede sundhedseffekter. NOAEL værdier er oftest baseret på forsøg med gnavere. Forsøgene foregår sjældent med samme eksponeringsveje som mennesker

udsættes for ved imprægnering. Da vi ikke har andre data, anvendes de data, der er tilgængelige fra dyreforsøgene. Data er fundet ved søgning i databaser som TOXNET og IRIS, se tabel 7.3.

Som et estimat for ADI (Acceptable Daily Intake) for eksponering af mennesker anvendes NOAEL værdier bestemt ved dyreforsøg, idet der tillægges en sikkerhedsfaktor på 100. For stoffer som er teratogene, reproduktionstoksiske eller kræftfremkaldende, er sikkerhedsfaktoren dog 1.000.

Hvis NOAEL værdier ikke er tilgængelige anvendes estimater for NOAEL til beregning af ADI. I denne rapport er der som estimat for NOAEL anvendt kendte grænseværdier i arbejdsmiljøet (AT, 2002), eller der er anvendt LCI (lowest concentration of interest), som er udviklet specielt for indeklimaet. LCI værdier er defineret som den laveste koncentration af et givet stof, som med den nuværende viden ikke medfører risiko for skadelige effekter på mennesker (EU, 1997). LCI beregnes ud fra risikoen for skadelige effekter i arbejdsmiljøet. Der er således ikke tale om egentlige grænseværdier for indeklimaet, men et estimat for hvornår, der kan forventes at optræde gener af forskellig art i indeklimaet. Der er typisk tale om irritationer af slimhinder og hudirritationer.

LCI beregnes ofte på basis af grænseværdierne i arbejdsmiljøet med en typisk sikkerhedsfaktor på 100. For stoffer som er teratogene, reproduktionstoksiske eller kræftfremkaldende, er sikkerhedsfaktoren dog 1.000.

### 7.3 Data til vurdering af enkeltstoffer

I tabel 7.3 er vist en oversigt over anvendte NOAEL til vurdering af enkeltstoffer. Kilder til NOAEL er ligeledes anført i tabellen.

I tabel 7.4 er vist anvendte grænseværdier og LCI værdier til vurdering af risiko for påvirkning af sundhed. Der er vist grænseværdier og LCI værdier for flygtige kemiske stoffer, der kan afgives fra imprægneringsmidler ved spraypåføring. De i tabel 7.4 viste LCI værdier stammer fra en EU rapport (EU, 1997).

Tabel 7.3: NOAEL til vurdering af risiko for påvirkning af sundhed for kemiske stoffer fra imprægnerede produkter.

Kemisk stof/forurening i luften	CAS nr.	NOAEL <sup>1</sup> mg/kg legemsvægt /dag	Kilde/database
Perfluoroheptansyre	375-85-9	3	US EPA, 2003
Perfluorooktansyre	335-67-1	3	US EPA, 2003
2-butanon-oxime	96-29-7	200	TOXNET, 2003a
2-butanon	78-93-3	600	IRIS (US EPA, 2004a)
1-butanol	71-36-3	100	IRIS (US EPA, 2004b)
2,6-toluendiamin	823-40-5	1	EU, 2004
2,4-toluendiamin	95-80-7	1	EU, 2004

Tabel 7.4: Grænseværdier i arbejdsmiljøet og LCI-værdier til vurdering af risiko for påvirkning af sundhed for flygtige kemiske stoffer der kan afgives fra imprægneringsmidler (se bilag A) ved spraypåføring.

Kemisk stof/forurening i luften	CAS nr.	Grænseværdi (AT 2002) mg/m <sup>3</sup>	LCI (EU 1997) mg/m <sup>3</sup>
Partikler, eksempler			
- organisk støv	-	3	0,3 <sup>1</sup>
Organiske opløsningsmidler, eksempler fra datablade			
- naphtha (petroleum)	64742-49-0	180	1,8
- isopropanol (2-propanol)	67-63-0	490	4
- heptan	142-82-5	890	8
- butylacetat	123-86-4	710	7

<sup>1)</sup> Værdien er karakteriseret som en høj indeklimapåvirkning jf. SBI (2000)

-: Ikke relevant

I de efterfølgende afsnit er der en mere uddybende beskrivelse af de enkelte stoffers karakteristika, herunder diskussion af NOAEL.

### 7.3.1 Perfluoroheptansyre og Perfluorooctansyre

PFOA forbindelser som perfluoroheptansyre og perfluorooctansyre kan ophobes i mennesker og dyr. Stofferne mistænkes for at medføre fosterskader på dyr, og det er fundet i blod hos mennesker. NOAEL for perfluoroheptansyre og perfluorooctansyre er baseret på US EPA vurdering (US EPA, 2003) For PFOA (perfluorooctansyre) er der fundet en LOAEL 10 mg/kg/dag for rotter og en NOAEL på 3 mg/kg/dag på fosterskader hos rotter i et 2-generationsforsøg ved oral indtagelse. Effekterne af PFOA forbindelserne er bl.a. skader på organer, foster udvikling og væggtab samt øjenirritationer. PFOA forbindelser kan desuden optages i blodet og modermælk og herfra transporteres videre til fosteret.

### 7.3.2 2-butanon-oxime

2-butanon-oxime er på "Listen over farlige stoffer" (MST, 2002c) og er klassificeret som sundhedsskadeligt ved hudkontakt, idet det kan fremkalde overfølsomhed ved hudkontakt samt øjenskader. Stoffet er klassificeret som muligvis kræftfremkaldende (Carc. 3). NOAEL-værdien i tabel 7.3 er fra databasen TOXNET (2003a). NOAEL er 200 mg/kg/dag. Værdien er baseret på forsøg med rotter, hvor stoffet blev tilsat drikkevand og fastsat for reproduktionsskadelige effekter.

### 7.3.3 2-butanon

2-butanon (methyl ethyl keton - MEK) er på "Listen over farlige stoffer" (MST, 2002c) og klassificeret som lokalirriterende, det kan medføre øjenirritationer, hudirritationer og medføre sløvhed og svimmelhed. NOAEL for 2-butanon er fra databasen IRIS (US EPA, 2004a). Værdien er baseret på forsøg med rotter, hvor stoffet 2-butanol har været tilsat drikkevand. US EPA vurderer, at resultaterne fra forsøget kan bruges i forhold til 2-butanon. NOAEL er 600 mg/kg/dag. Værdien er baseret på udviklingskader på fostre. Der er desuden gennemført forsøg med rotter som har inhaleret stoffet i forskellige koncentrationer. Stoffet har i inhaleringsforsøgene vist

udviklingsskader på fostre. Data har dog ikke været tilstrækkelige til at fastsætte en NOAEL værdi for inhalering.

Grænseværdien i arbejdsmiljøet er 145 mg/m<sup>3</sup> (AT, 2002) og LCI værdien er 1 mg/m<sup>3</sup> (EU, 1997).

#### 7.3.4 1-butanol

1-butanol er på "Listen over farlige stoffer" (MST, 2002c). Det er klassificeret som sundhedsskadeligt, idet det er giftigt ved indtagelse. Stoffet er lokalirriterende med øjenirritationer og det kan medføre sløvhed og svimmelhed (alkohol og narkotiske effekter). NOAEL-værdien i tabel 7.3 for 1-butanol er fra IRIS (US EPA, 2004b). NOAEL er 100 mg/kg/dag. Værdien er baseret på forsøg med rotter. Værdien er fastsat for skader på centralnervesystemet. En NOAEL værdi for inhalering er foreslået til 0,8 mg/m<sup>3</sup> på basis af et forsøg med rotter. Forsøget viste øget aktivitet fra skjoldbruskkirtlen. I nærværende undersøgelser er der ikke foretaget målinger af koncentrationen af enkeltstoffer i luften. Værdien kan derfor ikke anvendes til sammenligning i nærværende undersøgelse.

Grænseværdien i arbejdsmiljøet er 150 mg/m<sup>3</sup> (AT, 2002) og LCI værdien er 1 mg/m<sup>3</sup> (EU, 1997).

#### 7.3.5 2,6- toluendiamin og 2,4-toluendiamin

2,6- toluendiamin og 2,4-toluendiamin (diaminotoluener) er irriterende overfor øjne og hud. Inhalering kan medføre luftvejsgener. Forsøg med rotter har vist reproduktionsskadelige effekter. 2,6-toluendiamin er desuden fosterskadelig. Data er fra TOXNET (2003b). I IRIS (US EPA, 2004c) er der ikke anført NOAEL værdier for diaminotoluener, det vurderes at data ikke er tilstrækkelige. NOAEL for systemisk effekt hos rotter er i EU risikovurdering (EU, 2004) sat til 1 mg/kg/dag og LOAEL for reproduktionsskader på 5 mg/kg/dag.

#### 7.3.6 Aerosoler/partikler og organiske opløsningsmidler

Aerosoler er bestemt som partikelmasse ved spraytestene. Der er ikke foretaget kemisk analyse af aerosolernes sammensætning. Indholdsstoffer i aerosoler kendes således ikke præcist. De beregnede niveauer for partikler er derfor sammenholdt med grænseværdien for organisk støv i arbejdsmiljøet.

De beregnede koncentrationer af organiske gasser i afsnit 6.5 er sammenlignet med grænseværdier i arbejdsmiljøet og LCI-værdier for at relatere niveauerne til indeklimaet. Da enkeltkomponenter ikke er identificeret for de anvendte produkter er vurderingen baseret på udvalgte flygtige organiske gasser som er oplyst i databladene for de undersøgte produkter. Der er udvalgt komponenter, som leverandører af sprayimprægneringsmidler har anført. De komponenter, der indgår i højeste koncentrationer er udvalgt (se bilag A). Det er naphtha (petroleum), isopropanol (2-propanol), heptan og butylacetat.

Organisk støv (partikler) forårsager typisk slimhindeirritationer og hudirritationer afhængigt af partiklernes sammensætning og form. Der findes ikke grænseværdier for eksponering med organisk støv i fritiden. BY OG BYG har dog i Indeklimahåndbogen (SBI, 2000) anført, at en total støvkonzentration i indeklimaet over 0,3 mg/m<sup>3</sup> kan karakteriseres som en høj påvirkning, der kan medføre gener. Gener i indeklimaet vil afhænge af partiklernes sammensætning, men der vil typisk være tale om slimhindeirritationer og hudirritationer. Til sammenligning er grænseværdien i arbejdsmiljøet for organisk støv 3 mg/m<sup>3</sup> (Arbejdstilsynet, 2002).

Produkterne anvendt til spraytest indeholder alle flygtige organiske komponenter. De varierer i indhold og art fra produkt til produkt. De typiske komponenter er naphtha (petroleum), isopropanol, heptan og butylacetat. Disse stoffer kan medføre effekter på centralnervesystemet (narkotisk effekt) ved gentagen udsættelse. Kortvarig udsættelse medfører typisk kvalme, hovedpine og

slimhindeirritationer i øjne og luftveje. LCI værdierne for de enkelte stoffer kan bruges til at vurdere om der er risiko for sådanne effekter under udførelse af imprægnering med spraypåføring.

## 8 Vurdering af sundhedsforhold ved imprægnering i hjemmet

### 8.1 Vurdering af sundhedsforhold for enkeltstoffer fra imprægneringsmidler

#### 8.1.1 Perfluoroheptansyre og perfluorooxtansyre

#### 8.1.2 1-butanol

#### 8.1.3 2-butanon-oxime

#### 8.1.4 2-butanon

#### 8.1.5 2,6- toluendiamin og 2,4-toluendiamin

### 8.2 Vurdering af eksponering med partikler/aerosoler fra imprægneringsmidler

### 8.3 Vurdering af eksponering med flygtige organiske gasser

### 8.1 Vurdering af sundhedsforhold for enkeltstoffer fra imprægneringsmidler

Ved brug af imprægnerede produkter viser migrationstestene og eksponeringsscenerierne i afsnit 6, at der kan være risiko for et optag af specifikke kemiske stoffer via huden.

Testene er udført på 6 produkter - IM-01, IM-03/04, IM-05, IM-07, IM-08 og IM-12 (jf. tabel 7.1). I migrationstestene er der fundet stoffer, der afgives fra industrielt anvendte produkter (IM 03/04), produkter anvendt i rensier (IM-05) samt et enkelt produkt, der typisk anvendes af private (IM-07). Risikoen for uønskede sundhedseffekter på grund af migration til sved gennemgås i det følgende for de enkelte stoffer fra disse produkter. Fra de øvrige produkter er der ikke fundet afgivne stoffer ved migrationstest.

#### 8.1.1 Perfluoroheptansyre og perfluorooxtansyre

Stofferne perfluoroheptansyre og perfluorooxtansyre er fundet i migrationstest fra et af imprægneringsmidlerne, IM-05. IM-05 er et produkt, der anvendes på væskeform i bl.a. rensier.

Eksponeringsscenerierne for brug af imprægnerede produkter (jf. tabel 6.2) viser, at de to stoffer kan optages i niveauer fra 0,2 til 0,6 µg/kg legemsvægt/dag. De to stoffer har sammenlignelige egenskaber, samme effekter og de afgives fra det samme imprægneringsmiddel. Det vurderes derfor, at optaget af de to stoffer kan adderes. Det betyder, at et barn kan optage samlet ca. 0,9 µg/kg legemsvægt/dag, se tabel 8.1. Den acceptable daglige indtagelse sættes til NOAEL med en sikkerhedsfaktor på 1.000 på grund af reproduktionsskadelige effekter.

Tabel 8.1: Beregnede optag af PFOA forbindelser, ADI værdi og sikkerhedsfaktor.

Person gruppe	Beregnet optag, µg/kg/dag	ADI, µg/kg/dag	Sikkerhedsfaktor anvendt
Mænd og kvinder	0,6	3	1.000
Børn	0,9	3	1.000

Sammenholdes optaget med den foreslåede ADI værdi fremgår det, at optaget er under denne ADI. Det betyder, at der ikke er risiko for skader på organer og risiko for udviklingsskader på fostre ved "worst-case" scenariet, hvor hele PFOA mængden optages på 1 dag..

PFOS/PFOA forbindelser indgår desuden i andre forbrugerprodukter, f.eks. i papirvarer (OECD, 2002).

Det betyder, at der er en risiko for, at den samlede eksponering med disse stoffer kan antage niveauer, hvor det kan medføre sundhedsmæssige effekter. Effekterne kan som nævnt i 7.2.1 være fosterskader, organskader og øjenirritationer. Stofferne ophobes i mennesker og kan overføres til fosteret via blodet og til barnet ved amning. Hvis det derudover antages, at der kan afsættes PFOA forbindelser på huden og optages under udførelse af imprægnering, er risikoen for disse effekter forøget, idet det samlede optag kan være væsentligt højere.

Der skal dog gøres opmærksom på, at vurdering af eksponering for brug af imprægneret beklædning, som typisk er overtøj, på basis af migrationstest er forbundet med store usikkerheder. PFOS/PFOA forbindelser hører dog til blandt PBT-stofferne, som det generelt ønskes at begrænse eksponeringen til mest muligt.

Hvis børn udsættes for stoffet fra andre kilder, vurderes det, der kan være en risiko for sundhedsskadelige effekter som f.eks. skader på organer. Det må dog formodes, at brugen af imprægneret tøj foregår med en anden beklædning under og dermed er risikoen yderligere minimeret. Hvis der ses på et mere "realistic worst case" hvor optaget fordeles over 100 dage om året, vurderes risikoen at være minimal.

#### 8.1.2 1-butanol

Stoffet 1-butanol er fundet i migrationstest fra et af de undersøgte produkter, IM-07. Produktet er et produkt, der typisk anvendes af private forbrugere til imprægnering ved spraypåføring af tekstiler, ruskind og læder.

Eksporeringsscenarierne (se tabel 6.2) viser, at stoffet kan optages i niveauer fra 0,36 til 0,52 µg/kg legemsvægt/dag ved brug af imprægnerede produkter. Det forudsætter dog, at det imprægnerede produkt bruges direkte på bar hud uden anden beklædning under. Ved spraypåføring af imprægneringsmidlet kan optag via huden være noget højere, fra 2,5 til ca. 200 µg/kg legemsvægt/dag afhængigt af om der imprægneres mindre emner som overtøj og fodtøj eller et større emne (telt). NOAEL værdien er på 100 mg/kg legemsvægt/dag for 1-butanol gælder for indtagelse. Værdien er baseret på forsøg med rotter og da der er risiko for effekter på centralnervesystemet anvendes som ADI NOAEL med en sikkerhedsfaktor på 1.000.

Tabel 8.2: Beregnede optag af 1-butanol ved brug af imprægnerede produkter, ADI værdi (se afsnit 7.2) og sikkerhedsfaktor.

Person gruppe	Beregnet optag, µg/kg/dag	ADI, µg/kg/dag	Sikkerhedsfaktor anvendt
Mænd	11,6	100	1.000
Kvinder	11,8	100	1.000
Børn	16,9	100	1.000

Det vurderes, at estimatet for ADI er anvendelig til vurdering af hudoptag.

Eksporeringen og optag via huden ved brug er langt under det foreslåede ADI niveau. Det vurderes derfor, at dette stof ikke medfører sundhedseffekter ved brug af imprægnerede produkter.



Tabel 8.3: Beregnede optag af 1-butanol ved udførelse af imprægnering med spraypåføring, ADI værdi (se afsnit 7.2) og sikkerhedsfaktor.

Imprægneret emne	Beregnet optag, µg/kg/dag	ADI, µg/kg/dag	Sikkerhedsfaktor anvendt
Telt	203	100	1.000
Overtøj	30	100	1.000
Fodtøj	2,5	100	1.000

Ved spraypåføring af imprægneringsmidlet er der derimod risiko for sundhedseffekter via hudoptag, idet estimatet for ADI er overskredet for imprægnering af større emner som f.eks. et telt. De sundhedsmæssige effekter af 1-butanol er bl.a. narkotiske effekter, svimmelhed og øjenirritationer. Disse effekter er mere sandsynlige efter inhalation end ved eksponering via huden.

1-butanol findes formentlig også som aerosoler i luften i forbindelse med sprayimprægnering. Det betyder, at der også kan ske optag via inhalering af 1-butanol. Det vurderes dog, at 1-butanol kun udgør en mindre andel af de flygtige komponenter, jf. bilag A, idet stoffet tilsyneladende ikke er deklareret på databladene.

Derudover er der tale om et opløsningsmiddel som forbrugerne formentlig kan udsættes for i mange andre sammenhænge, f.eks. fra fugemasser, malinger og lakker.

Eksponering og optag via hud og inhalering af 1-butanol ved udførelse af imprægnering, vurderes samlet at kunne medføre sundhedseffekter som øjenirritationer.

### 8.1.3 2-butanon-oxime

Stoffet 2-butanon-oxime er afgivet fra et af de undersøgte produkter (IM-03/04) ved migrationstest. Produktet anvendes primært på væskeform i forbindelse med vask. Det vurderes således, at der ikke er tale om eksponering ved påføring af midlet.

NOAEL værdien er jf. tabel 7.2 fastsat til 200 mg/kg/dag. Værdien er fastsat ud fra test med rotter. Eksponeringen er foregået via drikkevand. Når der indregnes en sikkerhedsfaktor på 1.000 opnås en ADI på 200 µg/kg legemsvægt/dag. Det vurderes, at den estimerede ADI kan anvendes til vurdering af optag via hud.

Eksponering og optag af dette stof foregår derfor primært ved brug af imprægnerede produkter. Eksponeringsscenarierne viser (jf. tabel 6.2), at optaget af stoffet via huden er ca. 25 - 30 % af den estimerede ADI for stoffet (se tabel 8.4). Det gælder under antagelse af, at hele den overførte mængde optages via huden på én gang.

Tabel 8.4: Beregnede optag af 2-butanon-oxime ved brug af imprægnerede produkter, ADI værdi (se afsnit 7.2) og sikkerhedsfaktor.

Person gruppe	Beregnet optag, µg/kg/dag	ADI µg/kg/dag	Sikkerhedsfaktor anvendt
Mænd	42,7	200	1.000

Kvinder	43,4	200	1.000
Børn	61,9	200	1.000

Hvis børnene udsættes for stoffet fra andre kilder, vurderes det, der kan være en risiko for sundhedsskadelige effekter i form af f.eks. overfølsomhed. Det må dog formodes, at brugen af imprægneret tøj foregår med en anden beklædning under og dermed er risikoen yderligere minimeret. Hvis der ses på et mere "realistic worst case" hvor optaget fordeles over 100 dage om året, vurderes risikoen at være minimal.

#### 8.1.4 2-butanon

Stoffet 2-butanon er afgivet fra et af de undersøgte produkter (IM-03/04) ved migrationstest. Produktet anvendes primært på væskeform i forbindelse med vask. Det vurderes derfor, at der ikke er tale om eksponering ved påføring af midlet.

Eksponering og optag af dette stof foregår primært ved brug af imprægnerede produkter. Jf. afsnit 7.3.3 er NOAEL bestemt til 600 mg/kg/dag. Da der er risiko for fosterskader anvendes som estimat for ADI NOAEL med en sikkerhedsfaktor på 1.000. 2-butanon afgives i væsentligt mindre mængder end 2-butanon-oxime, se tabel 8.5.

Tabel 8.5: Beregnede optag af 2-butanon ved brug af imprægnerede produkter, ADI værdi (se afsnit 7.2) og sikkerhedsfaktor.

Person gruppe	Beregnet optag, µg/kg/dag	ADI, µg/kg/dag	Sikkerhedsfaktor anvendt
Mænd og kvinder	1,5	600	1.000
Børn	2,1	600	1.000

Optaget af dette stof udgør for en "worst-case" situation under 1 % af den estimerede ADI værdi. Stoffet vurderes derfor ikke at medføre sundhedsskadelige effekter ved brug af imprægnerede produkter.

#### 8.1.5 2,6- toluendiamin og 2,4-toluendiamin

De to stoffer 2,6- toluendiamin og 2,4- toluendiamin er afgivet fra produktet IM-03/04 ved migrationstest. Produktet anvendes primært på væskeform i forbindelse med vask. Det vurderes derfor, at der ikke vil være tale om eksponering ved påføring af midlet.

Eksponering og optag af de to stoffer foregår primært ved brug af imprægnerede produkter. Der er foreslået den samme NOAEL værdi for de to stoffer. Da effekterne af stofferne er sammenlignelige og karakteriseres som systemiske anvendes der som estimat for ADI NOAEL med en sikkerhedsfaktor på 1.000. De beregnede optag af de to stoffer er adderet i tabel 8.6.

Tabel 8.6: Beregnede optag af 2,6- og 2,4- toluendiamin ved brug af imprægnerede produkter, ADI værdi (se afsnit 7.2) og sikkerhedsfaktor.

Person gruppe	Beregnet optag, µg/kg/dag	ADI, µg/kg/dag	Sikkerhedsfaktor anvendt
Mænd og kvinder	0,46	1	1.000

Børn	0,66	1	1.000
------	------	---	-------

Optag via huden er under den foreslåede ADI værdi. Brugen af imprægnerede produkter vurderes derfor ikke at medføre sundhedsmæssige effekter fra de to stoffer.

Stofferne er kun fundet i et produkt, der anvendes ved vask. Det vurderes derfor, at der ikke er risiko ved påføring af imprægneringsmidler. Stofferne skyldes formentlig brug af isocyanater i det pågældende produkt. Ingen af de øvrige identificerede produkter angives at indeholde isocyanater. Det vurderes derfor, at der ikke er risiko for at forbrugeren udsættes for isocyanater i forbindelse med udførelse af imprægnering.

## 8.2 Vurdering af eksponering med partikler/aerosoler fra imprægneringsmidler

Undersøgelse af afgivelse af partikler/aerosoler ved spraypåføring af imprægneringsmidler er gennemført på 6 produkter - IM-07, IM-08, IM-09, IM-10, IM-12 og IM-15 (se tabel 7.1).

### Imprægnering af et telt (6m<sup>2</sup>)

Efter spraypåføring af imprægneringsmiddel på et telt kan koncentrationen af partikler i indeluften variere fra 2 til næsten 39 mg/m<sup>3</sup> en halv time efter imprægneringen er afsluttet (jf. tabel 6.4). Sammenlignes disse niveauer med grænseværdien for organisk støv i arbejdsmiljøet (3 mg/m<sup>3</sup>) fremgår det, at grænseværdien er overskredet for fire af produkterne (IM-9, IM-10, IM-12, IM-15) selv 30 minutter efter imprægneringen er afsluttet. Det skal bemærkes, at koncentrationen i luften er endnu højere, mens imprægneringen foregår. Grænseværdien for organisk støv i arbejdsmiljøet er brugt til sammenligningen, da det må formodes at aerosoler/partikler er af organisk karakter. For de øvrige produkter er koncentrationen af partikler/aerosoler under grænseværdien for organisk støv i arbejdsmiljøet.

Hvis imprægneringen foregår med gennemtræk, svarende til et luftskifte på ca. 4 gange pr. time, er koncentrationen af partikler i luften under grænseværdien i arbejdsmiljøet for 5 af de 6 produkter. Undtagelsen er produkt IM-12.

### Imprægnering af overtøj

Ved spraypåføring af produkt IM-12 på overtøj er grænseværdien for organisk støv også overskredet 30 min. efter imprægneringen er afsluttet. Hvis luftskiftet øges til 4 gange pr. time er koncentrationen i luften under grænseværdien for organisk støv i arbejdsmiljøet for alle 6 undersøgte imprægneringsmidler.

### Imprægnering af fodtøj

Ved sprayimprægnering af fodtøj er grænseværdien for organisk støv i arbejdsmiljøet overholdt for alle 6 undersøgte produkter 30 min. efter imprægneringen er afsluttet.

Hvis de beregnede værdier (jf. tabel 6.4) sammenlignes med BY OG BYG's førnævnte "gene niveau" på 0,3 mg/m<sup>3</sup> (SBI, 2000) fremgår det, at denne værdi overskredet for alle situationer, med undtagelse af situationen, hvor der imprægneres fodtøj med produkterne IM-07 og IM-08. "Gene-niveauet" vil ligeledes være overskredet for alle undersøgte produkter en time efter imprægneringen er afsluttet.

Det vurderes derfor, at der generelt er en risiko for gener i indeklimaet i form af hud- og slimhindeirritationer (øjne, næse og luftveje) ved spraypåføring af imprægneringsmidler som følge af eksponering med partikler (organisk støv), ikke alene mens påføringen pågår, men også i minimum 30 min. og op til flere timer efter at imprægneringen er afsluttet.

### 8.3 Vurdering af eksponering med flygtige organiske gasser

Koncentrationen af flygtige organiske gasser er beregnet for de tre situationer med imprægnering af henholdsvis et telt, overtøj og fodtøj (se afsnit 6.3.2). En oversigt over variationen i koncentrationen af organiske gasser i rummet 30 minutter efter imprægneringen er afsluttet er vist i tabel 8.7. Til sammenligning er der i tabel 8.7 vist grænseværdien i arbejdsmiljøet og LCI værdien i indeklimaet for naphtha og heptan. Naphtha repræsenterer stof med lav grænseværdi i arbejdsmiljøet og heptan repræsenterer et stof med en højere grænseværdi. Begge stoffer kan indgå i imprægneringsmidler (se bilag A).

Tabel 8.7: Variation i beregnede koncentrationer i indeluften af organiske gasser 30 minutter efter afslutning af imprægnering med spraypåføring.

Koncentration af gasser, mg/m <sup>3</sup>	Telt <sup>1</sup>	Overtøj <sup>1</sup>	Fodtøj <sup>2</sup>
		1.970 - 3.010	290 - 450
Grænseværdi, naphtha	180	180	180
Grænseværdi, heptan	890	890	890
LCI værdi, naphtha	1,8	1,8	1,8
LCI værdi, heptan	8	8	8

<sup>1</sup> forudsat gennemtræk, <sup>2</sup> forudsat normalt luftskifte (0,5 gange pr. time)

De beregnede koncentrationer af organiske gasser i luften 30 minutter efter afslutning af imprægnering er for alle produkter langt over LCI værdien for både naphtha og heptan ved spraypåføring af fodtøj, overtøj og telt. Det betyder, at der er betydelig risiko for effekter som hovedpine, kvalme og slimhindeirritationer i forbindelse med imprægnering indendørs. Risikoen er også til stede, selv om der etableres gennemtræk i alle tre situationer. Det skønnes dog ikke sandsynligt, at brugeren etablerer gennemtræk under imprægneringen.

En time efter imprægneringen er gennemført er koncentrationerne stadig over LCI værdierne for alle undersøgte produkter. Det vurderes derfor, at der generelt er en risiko for gener i indeklimaet (hovedpine kvalme og slimhindeirritationer) ved spraypåføring som følge af organiske gasser afgivet fra sprayimprægnering, der udføres indendørs. Det gælder såvel under påføringen som minimum 30 min. og op til flere timer efter imprægneringen er afsluttet og uanset om der imprægneres små eller store emner.

Ved spraypåføring af imprægneringsmiddel på større emner (f.eks. et telt) indendørs er også grænseværdierne i arbejdsmiljøet for de udvalgte stoffer (naphtha, isopropanol, butylacetat og heptan) overskredet. Det gælder også selv om der regnes med en situation med gennemtræk. Ved imprægnering af overtøj kan grænseværdien i arbejdsmiljøet være overskredet, hvis produktet f.eks. indeholder 50 % naphtha eller mere.

Det betyder, at der er risiko for effekter på centralnervesystemet (narkotisk effekt) ved imprægnering af større enheder eller alternativt flere enheder samtidigt, f.eks. hele familiens overtøj. Hvis indholdet af organiske gasser i imprægneringsmidlet er højere end 50 %, vil koncentrationerne i indeluften blive højere. Der vil derfor gå længere tid, før koncentration er på et niveau, hvor der ikke længere er risiko for sundhedseffekter som narkotiske effekter, svimmelhed, hovedpine og slimhindeirritationer.

Det skal bemærkes, at de ovenfor nævnte betragtninger om organiske gasser er baseret på de oplyste indholdsstoffer i leverandørernes datablade.

## 9 Diskussion

- 9.1 Imprægneringsmidler på markedet
- 9.2 Eksponering af forbrugere
  - 9.2.1 Brug af imprægnerede produkter
  - 9.2.2 Udførelse af imprægnering ved spraypåføring
  - 9.2.3 Mærkning af produkter
- 9.3 Eksponering af miljøet
- 9.4 anbefalinger ved brug i hjemmet
- 9.5 Supplerende kommentarer

### 9.1 Imprægneringsmidler på markedet

Kortlægningen har vist, at der findes en række imprægneringsmidler på markedet, der er beregnet til private forbrugere. Sprayprodukterne har alle et højt indhold af organiske opløsningsmidler eller andre flygtige komponenter. Der er i flere produkter på spray form over 90 % organiske opløsningsmidler. De fleste produkter på væskeform indeholder mindre mængder af organiske opløsningsmidler, typisk 4 - 6 %.

Det har ikke været muligt at afdække forbruget af imprægneringsmidler på det industrielle marked. En fyldestgørende dataindsamling vil være meget tidskrævende. En stor del af det industrielle forbrug er baseret på egen import til den enkelte virksomhed af imprægneringsmidler fra forskellige udenlandske producenter. Produkterne til det industrielle marked kan indeholde stoffer, der er uønskede på grund af deres effekter på miljø og sundhed. Der er således fundet PFOA-forbindelser i et produkt, der anvendes til industriel imprægnering.

### 9.2 Eksponering af forbrugere

#### 9.2.1 Brug af imprægnerede produkter

Der kan ske en overførelse af imprægneringsmidler til huden ved brug af imprægnerede materialer. De beregnede optag via huden ved brug er for de undersøgte stoffer med undtagelse af PFOA forbindelser lavt, dvs. under relevante ADI værdier.

PFOA forbindelser er fundet i et af de undersøgte produkter. Det pågældende produkt anvendes i renseserier. Omfanget af brugen af produktet kendes imidlertid ikke. Eksponeringsscenarierne viser, at brugen af imprægnerede produkter, der indeholder PFOA, ikke medfører en risiko for påvirkning af sundhed ved eksponering af huden med PFOA forbindelser

Ud over denne kilde til PFOA forbindelser, udsættes forbrugerne dagligt for PFOS/PFOA forbindelser fra andre kilder. Det betyder, at den samlede eksponering kan medføre risiko for sundhedsskadelige effekter som fosterskader. Det anbefales derfor, at producenterne/renserier undlader at bruge PFOS/PFOA forbindelser i imprægneringsmidler.

Produkterne beregnet til det private marked vurderes at være repræsentative for de imprægneringsmidler, den private forbruger kan anvende ved sprayimprægnering. Det vurderes derfor primært at være PFOA forbindelser i industrielle midler, der er problematiske.

Det skal bemærkes, at det kun er et lille udsnit af produkter til det industrielle marked, der er undersøgt. Det kan derfor anbefales, at kortlægge produkterne til det industrielle marked mere

detaljeret, for at vurdere omfanget af eksponering af mennesker og miljø med PFOS/PFOA forbindelser og eventuelle andre stoffer med sundhedsskadelige effekter.

#### 9.2.2 Udførelse af imprægnering ved spraypåføring

Spraypåføring af imprægneringsmidler resulterer i høje koncentrationer af partikler/aerosoler og organiske gasser i luften omkring påføringsstedet. Koncentrationen af partikler og organiske gasser vurderes at være over grænseværdierne i arbejdsmiljøet, hvis imprægnering med spraypåføring foregår indendørs. Risikoen for eksponering af luftveje under udførelse af sprayimprægnering er betydelig. Sprayprodukter indeholder alle en stor mængde organiske opløsningsmidler, som danner aerosoler, der nemt optages i luftvejene.

Indendørs imprægnering af tekstiler, fodtøj og lignende med sprayimprægneringsmidler vurderes at medføre en uacceptabel eksponering med aerosoler og gasser af den private forbruger som kan medføre sundhedsskadelige effekter.

Det gælder uanset om der er tale om imprægnering af mindre emner som støvler eller større emner. Det kan formodes, at den private forbruger udfører imprægnering 1 - 2 gange om året og ved den lejlighed imprægnerer hele eller en stor del af familiens overtøj og fodtøj. Det imprægnerede overfladeareal vil da kunne svare til overfladearealet af teltet i beregningsscenarierne. Det betyder, at der i hjemmet vil ske en udsættelse for organiske gasser og aerosoler i koncentrationer på 2.000 - 3.000 mg/m<sup>3</sup>. Hvis det antages, at der anvendes et produkt indeholdende naphtha, vil grænseværdien for arbejdsmiljøet være overskredet med en faktor 10 - 15 gange, selv om der er etableret gennemtræk under udførelse af imprægneringen. Det betyder, at familien udsættes for organiske gasser i koncentrationer, der kan medføre narkotiske effekter og svimmelhed.

Da koncentrationen af organiske gasser er højt selv med gennemtræk, betyder det, at koncentrationen også vil være høj omkring personen, selv om imprægneringen foregår udendørs. Det frarådes derfor, at imprægnering med produkter på sprayform udføres af følsomme grupper som gravide og børn.

De undersøgte produkter vurderes at være repræsentative for produkter, der anvendes af den private forbruger.

#### 9.2.3 Mærkning af produkter

De fleste produkter er mærket med "Xi" for lokalirriterende, men det er de færreste forbrugere, der er klar over risici ved brug af produkterne indendørs. Begrundet i de høje koncentrationer af partikler og organiske opløsningsmidler bør sprayprodukter til imprægnering ikke anvendes indendørs. Det er endvidere betænkeligt, hvis gravide og børn anvender sprayprodukter indendørs.

#### 9.3 Eksponering af miljøet

Analyse af vaskevand fra produkter (IM-03 og IM-04), der anvendes i industrien viser, at der udledes perfluorheptansyre og perfluoroktansyre til miljøet. Det er ikke muligt på basis af den gennemførte kortlægning at give et estimat for den samlede udledning af disse stoffer fra industrielt forbrug, men det vurderes, at industriel brug af imprægneringsmidler medfører en risiko for udledning af PFOA-forbindelser til vandmiljøet.

Produkterne IM-03 og IM-04, der anvendes i industrien, medfører desuden udledning af organiske opløsningsmidler som 2-butanon-oxime og 2-butanon via vaskevandet. Et andet produkt, IM-07 indeholder silikone, som afgives til vaskevandet.

Ingen af de undersøgte produkter, der anvendes på det private marked, afgiver målbare kemiske stoffer til vandmiljøet ved vask.

En stor del af de anvendte produkter på det private marked indeholder dog store mængder organiske opløsningsmidler. Brugen af produkterne medfører derfor eksponering af luften med organiske opløsningsmidler. Forbruget af produkter til det private marked er anslået til ca. 50.000 liter pr. år. Det skønnes, at den samlede udledning af organiske opløsningsmidler eller VOC'ere (volatile organic compounds) er af størrelsesordenen 10 - 30 t pr. år. Dette niveau kan sammenlignes med en estimeret samlet udledning af VOC på 100.000 t pr. år (Miljøstyrelsen, 2003) og det udgør således under 1 %.

#### 9.4 Anbefalinger ved brug i hjemmet

Vedligeholdelse af eksisterende beklædning, telte, sko m.m. bør foregå under så lidt belastende forhold som muligt. Anvendelse af våd imprægnering i vaskemaskine betyder, at forbrugeren ikke eksponeres for aerosoler og organiske opløsningsmidler. Det betyder omvendt, at der vil ske en eksponering af vandmiljøet, da indholdsstofferne kan afgives til vaskevandet. Mængden skønnes dog at være langt mindre end den, der tilføres luften ved spraypåføring af imprægneringsmidler og den vil ikke skade forbrugeren.

Ved brug af imprægneringsmidler i hjemmet kan der gives en række anbefalinger ved udførelse af imprægnering.

##### Generelle anbefalinger

- ønskes imprægnerede produkter, f.eks. tekstiler, så vælg så vidt muligt produkter, der er imprægneret fra fabrik
- vælg så vidt muligt imprægneringsmidler, der kan benyttes i vaskemaskine eller imprægneringsmidler på væskeform eller fast form
- følg brugsanvisningen
- undgå brug af imprægnerede tekstiler og anden imprægneret beklædning på bar hud
- undgå brugen af produkter indeholdende PFOA forbindelser.

##### Imprægnering med sprayprodukter

- undgå brug af imprægneringsmidler på sprayform indendørs
- anvend sprayprodukter med et lavt indhold af organiske opløsningsmidler
- gravide og børn bør ikke anvende imprægneringsmidler på sprayform
- anvend ikke imprægneringsmidler på sprayform i nærheden af børn eller gravide
- undgå indånding eller kontakt med imprægneringsmidlet, dvs. brug handsker, hold hovedet væk fra sprayflasken og vask hænder efter brug
- stå med vinden i ryggen.

#### 9.5 Supplerende kommentarer

Det vurderes, at der er behov for information om brug og risici ved imprægneringsmidler overfor såvel den private forbruger, leverandører af imprægneringsmidler og leverandører af ny beklædning, sko og møbler, der skal imprægneres før brug.

En imprægnering i industriel regi vil spare forbrugeren for unødigt eksponering med organiske opløsningsmidler og øvrige indholdsstoffer. Industrien bør fokusere på hvilke indholdsstoffer, der er i de produkter, de anvender, således der ikke sker en unødigt eksponering af miljøet. Industrien bør desuden vælge imprægneringsmidler, hvor alle indholdsstoffer er kendte og så miljømæssigt uskadelige som muligt.

Produkterne til det private marked er ofte mærket med information af en karakter, som forbrugeren sjældent forstår betydningen af. Der er derfor behov for en øget information til forbrugeren om konsekvenser ved valg af produkter på sprayform.

Til slut kan det anbefales, at indlede en dialog med aktørerne for at undgå brugen af PFOS/PFOA forbindelser i imprægneringsmidler og andre produkter.

## 10 Referencer

Arbejdstilsynet (2002). At-vejledning C.0.1. Grænseværdier for stoffer og materialer.

DS/EN 1811 (2000). Referenceprøvningsmetoder til bestemmelse af nikkelafrigivelse fra produkter beregnet til at komme i direkte og længerevarende kontakt med huden.

EU (1997). Evaluation of VOC Emissions from Building Products. Report no. 18. European Commission.

EU (2004). Risikovurdering af toluen-2,4-diamin.

Hohenstein (1996): Anhörung des Umweltbundesamtes und des Bundesinstitutes für Verbraucherschutzz und Veterinärmedizin zu Kohlenwasserstofflösemitteln (KWL). 17./18.04.1996 in Berlin

Kemikalieinspektionen (1997): Kemikalier i tekstiler - redovisning av ett regeringsuppdrag. Rapport från kemikalieinspektionen 2/97.

Miljøstyrelsen (1999): Brominated Flame Retardants. Miljøprojekt nr. 494, 1999

Miljøstyrelsen (2000): Kemikalier i tekstiler. Miljøprojekt nr. 534, 2000.

Miljøstyrelsen (2002a): Antibakterielle midler i beklædningsgenstande. Kortlægningsprojekt nr. 24, 2003

Miljøstyrelsen (2002b): Analyse af perfluorooktansulfonat forbindelser i imprægneringsmidler samt voks og anden polish til gulve. Kortlægning af kemiske stoffer i forbrugerprodukter. Kortlægningsprojekt nr. 17, 2002.

Miljøstyrelsen (2002c): Bekendtgørelse nr. 439 af 3. juni 2002 om Listen over farlige stoffer.

Miljøstyrelsen (2003): Kortlægning af kemiske stoffer i rensede tekstiler fra Rynex og kulbrintereenserier. Kortlægning af kemiske stoffer i forbrugerprodukter. Kortlægningsprojekt nr. 21, 2003.

OECD (2002). Hazard assessment of Perfluorooctane sulfonate and its salts. ([www.oecd.org](http://www.oecd.org))

SBI- anvisning 196 (2000). Indeklimahåndbogen. Statens Byggeforskningsinstitut.

Sørensen, T. (1996): Textilkemi 4 - Efterbehandling. Udgivet af Dansk Teknologisk Institut, DTI Beklædning og Textil.



TGD (1996): Technical guidance document in support of Commission Directive 93/67/EEC on risk assessment for new notified substances and Commission Regulation (EC) No. 1488/94 on risk assessment for existing substances. European Chemicals Bureau. (<http://ecb.jrc.it>)

TGD (2003): Technical guidance document in support of Commission Directive 93/67/EEC on risk assessment for new notified substances and Commission Regulation (EC) No. 1488/94 on risk assessment for existing substances. European Chemicals Bureau. (<http://ecb.jrc.it>)

TOXNET (2003a). TOXLINE Special. Toxicologist 1993 AMr, 13 (1) 76  
(<http://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/search>)

TOXNET (2003b). TOXLINE Special. WHO Env. Health Criteria 74 (1987) 67.  
(<http://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/search>)

US EPA(2003). Preliminary risk assessment of the developmental toxicity associated with exposure to perfluorooctanoic acid and its salt. (<http://www.epa.gov>)

US EPA (2004a). IRIS. Substance 0071(<http://www.epa.gov/iris>)

US EPA (2004b). IRIS. Substance 0140 (<http://www.epa.gov/iris>)

US EPA (2004c). IRIS. Substance 0536 (<http://www.epa.gov/iris>)

## Bilag A - Bruttoliste

Eksposering af kemiske stoffer i imprægneringsmidler  
| indhold | forrige | næste |

Produktnavn	Anvendelse	Indholdsstoffer	CAS nr.	Indhold i %	Faresymbol	Planlagte tests på produktet
IM-01	Væske til imprægnering af åndbar beklædning i forbindelse med vask.	Eddikesyre	64-19-7	4-6	Xi; R36/38  S2-25 (Sætningerne gældende for det færdige produkt)	Svedtest  Vasketest
IM-02	Væske til imprægnering af nubuck og ruskindes fodtøj	Eddikesyre	64-19-7	4-6	Xi; R36/38  S2-25 (Sætningerne gældende	Ingen

					for det færdige produkt)	
IM-03	Væske til imprægnering af tekstiler i tekstilindustrien	Fluorcarbonharz	-	-	-	Svedtest Vasketest
IM-04	Væske til imprægnering af tekstiler i tekstilindustrien	Blockirtes Polyisocyanat	-	-	-	Svedtest Vasketest
IM-05	Væske til imprægnering, der anvendes efter rensning af tøj med perchlor eller kulbrinter	Fluorcarbonharpiks Isoparaffin	-	-	- Xn; R65; S62	Svedtest Vasketest
IM-06	Væske til imprægnering, der anvendes efter rensning af tøj med perchlor eller kulbrinter	Fluorcarbonharpiks	-	-	-	Ingen
IM-07	Spray eller væske, til imprægnering af alle former for tekstiler, ruskind, læder, filt m.m.	Isopropanol Isododekane Hærdede Dimethylsiloxan Div. synergister/additiver Kuldioxid	- - - -	- - - 4	- R11-36-67 S2,-16-S24/25 (R- og S-sætningerne gældende for det færdige produkt)	Spraytest Svedtest Vasketest
IM-08	Spray til imprægnering af af alle former for tekstiler, ruskind, læder, filt m.m.	-	-	-	-	Spraytest Svedtest Vasketest
IM-09	Spray til imprægnering af	Liquefied petroleum gas	-	25-50	F; R12	Spraytest

	sko og læder	med:  Isobutane  Propane  Isopropanol	75-28-5  74-98-6  -	25-50	F; Xi; R11-36  S2-16-26-51 (Sætningerne gældende for det færdige produkt)	
IM-10	Spray til imprægnering af sko og læder	Heptanblanding  2-propanol  Testbenzin (aromatfri)  Propanol (flydende)  Butan, kemisk rent	-  -  -  74-98-6  106-97-8	25-50  10-25  2,5-10  2,5-10  25-50	Xn, F, N, R11-38-51-53-65-67  Xi, F, R11-36-67  Xn R10-65  F+, R12  F+, R12  S2-3/9-46-51-56 (Sætningerne gældende for det færdige produkt)	Spraytest
IM-11	Spray til imprægnering af sko og læder	Isopropyl Alcohol  Butyl Acetate  Heptane  Fluorocarbon resin  Propane	67-63-0  123-86-4  142-82-5  74-98-6	30-35  20-22  20-25  2-3  30-35	F+, Xi  R12-36-66-67  S2-15-16-23-25-51  (Sætningerne gældende for det færdige produkt)	Ingen

IM-12	Spray til imprægnering af fodtøj.	<p>Naphtha (petroleum), hydrotreated light</p> <p>Isobutane</p> <p>Propane</p> <p>Butane</p> <p>n-Butyl acetate</p>	<p>Einecs nr.</p> <p>265-151-9</p> <p>200-857-2</p> <p>200-827-9</p> <p>203-448-7</p> <p>204-658-1</p>	<p>&gt;30 &lt;5 15-30 5-15 1-5</p>	<p>F, Xn, N, R11-38-51/53-65-67</p> <p>Fx, R12</p> <p>Fx, R12</p> <p>Fx, R12</p> <p>R10-66-67</p> <p>S2-16-23-29-51 (S-sætningerne gældende for det færdige produkt)</p>	<p>Spraytest</p> <p>Svedtest</p> <p>Vasketest</p>
IM-13	Imprægnerings- og pleje spray til glat skind	<p>Naphtha (petroleum), hydrotreated light, &lt;0,001% benzene</p> <p>Brintoverilte-opløsningsmidler</p> <p>Drivgas</p>	<p>64742-49-0</p>	<p>50-100</p>	<p>Xn, F, N, R11-38-51/53-65-67</p> <p>Xi, F+, N, R12-18-38-51/53 S2-3-16-23-29-33-46-51 (R- og S-sætningerne gældende for det færdige produkt)</p>	<p>Ingen</p>
IM-14	Imprægneringsspray til skind	<p>Naphtha (petroleum), hydrotreated light, &lt;0,001% benzene</p> <p>Methanone, (2-hydroxy-4methoxyphenyl)</p>	<p>64742-49-0</p> <p>131-57-7</p>	<p>50-100</p> <p>&lt;2,5</p>	<p>Xn, F, N, R11-38-51/53-65-67</p> <p>N, R51/53</p>	<p>Ingen</p>

		phenyl- Brintoverilte- opløsningsmidler  Drivgas			Xi, F+,N, R12-18-38- 51/53-67 S23-28-46- 51 (R- og S- sætningerne gældende for det færdige produkt)
IM-15	Væske til imprægnering af naturlige og syntetiske tekstiler til telte mv.	Naphtha (råolie), hydroafsvovlet tung (<0,1% benzen)	-	>60	

## Bilag B – Imprægneringsmetoder

Anvendte imprægneringsmetoder af tekstil til sved- og vasketest.

Produkt- navn	Produkt- beskrivelse	Imprægneringsmetode ud fra anbefalet metode fra etiketten eller information fra leverandør
IM-01	Væske	150 ml produkt til 10 l vand (40° C), tekstilet trækker i 5 min. i vandet. Der skylles fem gange af ca. 10 l. Tekstilet dryptørres i ca. 16 timer ved ca. 20° C.
IM-03 og M-04	Væske	200g af hver delprodukt + vand til 10 kg (l) fremstilles, og tekstilet arbejdes godt igennem i løbet af et par minutter. Tekstilet tørres i ca. 16 timer ved ca. 20° C, derefter i varmeskab ved 150° C i 4 min.
IM-05	Væske	Væsken kommes i en forstøver, hvormed der sprøjtes 80 ml på 3,5 m <sup>2</sup> tekstil i en afstand af 20-30 cm. Der tørres i ca. 16 timer ved ca. 20° C efterfulgt af 50° C (varmeskab) i 30 min.
IM-07	Spray	Der sprøjtes så jævnt som muligt (230 g) på 3,5 m <sup>2</sup> tekstil i en afstand af 20-30 cm. Der tørres i ca. 16 timer ved ca. 20° C.
IM-08	Spray	Tekstilet sprøjtes i et tyndt jævnt lag (280 g) i en afstand af 20-30 cm. Stoffet tørres i ca. 16 timer ved ca. 20° C.
IM-12	Spray	Tekstilet sprøjtes i et tyndt jævnt lag (230 g) i en afstand af 20-30 cm. Stoffet tørres i ca. 16 timer ved ca. 20° C.

## Bilag C - Analysemetoder

Organiske opløsningsmidler

PFOS/PFOA forbindelser

Silikone

Isocyanater og aminer

Organiske opløsningsmidler

En delprøve blev udtaget og ekstraheret med dichlormethan tilsat interne standarder. En delprøve af ekstraktet udtages og analyseres direkte ved kombineret gaschromatografi og massespektrometri (GC/MS) med henblik på identifikation af organiske opløsningsmidler. Indholdet beregnes overfor eksterne standarder, dvs. de komponenter, der er identificeret ved analysen.

Detektionsgrænserne er angivet under de relevante resultatafsnit. Analyseusikkerheden er 10-15%RSD.

PFOS/PFOA forbindelser

Alle prøver til analyse for PFOS/PFOA forbindelser blev konserveret ved nedfrysning umiddelbart efter prøveudtagning.

Analyse af vandige prøver blev foretaget ved, at prøven blev analyseret direkte ved omvendt fase-kolonne væskechromatografi med massespektrometrisk detektor (HPLC-MS). Der detekteres ved elektro spray ionisering i negativ mode. Der anvendes kalibrering med eksterne standarder analyseret i serie med prøven.

Analyse af filtre blev foretaget ved, at filtret blev ekstraheret med acetonitril ved omrystning i 30 min. Ekstraktet fortyndes med vand og analyseres ved omvendt fase-kolonne væskechromatografi med massespektrometrisk detektor (HPLC-MS). Der detekteres ved elektro spray ionisering i negativ mode. Der anvendes kalibrering med eksterne standarder analyseret i serie med prøven.

Analysen omfatter følgende komponenter: Perfluorobutansulfonat, Perfluorohexansulfonat, Perfluorooktansulfonat, Perfluorodecansulfonat, Perfluorooktansulfonamid, N-ethyl perfluorooktansulfonamid, Perfluoroheptansyre og Perfluorooktansyre.

Detektionsgrænserne er angivet under de relevante resultatafsnit. Analyseusikkerheden er 10-15%RSD.

Silikone

Delprøver af det kunstige sved, vaskevandet og filtret ekstraheres med dichlormethan, tilsættes vandfrit natriumsulfat og blandes med KBR, hvorefter der presses en tablet. Der fremstilles dermed et IR spekter af prøverne.

Detektionsgrænserne er angivet under de relevante resultatafsnit. Analyseusikkerheden er 15-20%RSD.

Isocyanater og aminer

En delprøve af kunstig sved udrystes med dichlormethan, hvorefter det udrystes med toluen med DBA (Dibutylamin), hvorved isocyanat-forbindelserne derivatiseres under dannelse af en ureaforbindelse. Ekstraktet inddampes, genopløses og analyseres ved omvendt fase HPLC med elektro spray MS detektion.

## Bilag D - CAS numre på påviste forbindelser

Kemisk navn	CAS-nummer
1-Butanol	71-36-3
2-Butanon-oxime	96-29-7
2-Butanon	78-93-3
Diethylenglycol	111-46-6
PFOS/PFOA-forbindelser:	
Perfluorobutansulfonat	29420-43-3 (Kalium saltet)
Perfluorohexansulfonat	432-50-7 (Syrefluoridet)
Perfluorooktansulfonat	2795-39-3 (Kalium saltet)
Perfluorodecansulfonat	67906-42-7 (Ammoniumsaltet)
Perfluorooktansulfonamid	754-91-6
N-ethyl perfluorooktansulfonamid	4151-50-2
Perfluoroheptansyre	375-85-9
Perfluorooktansyre	335-67-1