

Kortlægning af affaldsprodukter med indhold af polyurethan

Berit Hallam og Simon Graasbøll
Rambøll Danmark og

Thomas Brønnum
Plastindustrien i Danmark, PUR-sektionen

Miljøstyrelsen vil, når lejligheden gives, offentliggøre rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren, finansieret af Miljøstyrelsens undersøgelsesbevilling.

Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for Miljøstyrelsens synspunkter.

Offentliggørelsen betyder imidlertid, at Miljøstyrelsen finder, at indholdet udgør et væsentligt indlæg i debatten omkring den danske miljøpolitik.

INDHOLD

SAMMENFATNING OG KONKLUSIONER	5
SUMMARY AND CONCLUSIONS	7
1 INDLEDNING	9
1.1 FORMÅL	9
1.2 METODE – KORTLÆGNING AF PRODUKTIONSSPILD	10
1.3 METODE – KORTLÆGNING AF UDTJENTE PRODUKTER	11
1.4 METODE – KORTLÆGNING AF REGLER	12
1.5 METODE – KORTLÆGNING AF TEKNOLOGIER TIL GENANVENDELSE OG ANDEN NYTTIGGØRELSE AF POLYURETHANAFFALD.	12
2 LOVGIVNING	13
2.1 GÆLDENDE LOVGIVNING	13
2.1.1 <i>Miljøbeskyttelsesloven</i>	13
2.1.2 <i>Affaldsbekendtgørelsen</i>	13
2.1.3 <i>Ozonlagnedbrydende stoffer og drivhusgasser</i>	14
2.1.4 <i>Affald fra biler</i>	15
2.2 KOMMENDE LOVGIVNING	15
2.2.1 <i>Kølemøbler</i>	16
2.2.2 <i>Fjernvarmerør</i>	17
2.2.3 <i>Affald fra biler</i>	17
2.3 KONKLUSION	18
3 PRODUKTIONSSPILD	19
3.1 MÆNGDER	19
3.2 BEHANDLING	19
3.3 OMKOSTNINGER	20
3.4 KONKLUSION	21
4 AFFALDSPRODUKTER	23
4.1 INTERVIEWUNDERSØGELSEN	23
4.1.1 <i>Fleksibelt skum</i>	23
4.1.2 <i>Stift skum</i>	24
4.2 ESTIMERINGER AF AFFALDSMÆNGDER	24
4.2.1 <i>Køle- og frysemøbler</i>	25
4.2.2 <i>Præisolerede fjernvarmerør</i>	25
4.2.3 <i>Personbiler</i>	26
4.2.4 <i>Andet</i>	26
4.3 KONKLUSION	28
4.4 REFERENCER	28
5 TEKNOLOGIER TIL GENANVENDELSE OG ANDEN NYTTIGGØRELSE	29
5.1 KORTLÆGNING AF TEKNOLOGIER	29
5.2 MULIGHEDER I PRAKSIS	29
5.2.1 <i>Rebonding af fleksibelt skum</i>	30

5.2.2	<i>Anvendelse af granulat af fleksibelt skum</i>	30
5.2.3	<i>Klæbepresning af plader</i>	30
5.2.4	<i>Anvendelse af granulat af stift skum som 'olie-absorbere' og til 'mørtel'</i>	31
5.2.5	<i>Anvendelse af formalet fleksibelt og stift skum sammen med nye råvarer</i>	31
5.2.6	<i>Kompressionsstøbning af elastomer integralskum</i>	31
5.2.7	<i>Kemolyse</i>	32
5.2.8	<i>Feedstock recycling</i>	32
5.2.9	<i>Energigenvinding i forbrændingsanlæg</i>	33
5.3	ANVENDTE GENANVENDELSESTEKNOLOGIER OG ANDEN NYTTIGGØRELSE AF POLYURETHANPRODUKTIONSSPILD I DANMARK	33
5.4	REFERENCER OG ANDRE KILDER	34
	BILAG A SPØRGEGUIDE TIL PRODUCENTER	35
	BILAG B SPØRGEGUIDE TIL BEHANDLERE	39
	BILAG C BEHANDLING AF PUR FRAKTIONER	43
	BILAG D ORDLISTE	45

Sammenfatning og konklusioner

Projektet *Kortlægning af affaldsprodukter med indhold af polyurethan (PUR)* er gennemført af Rambøll Danmark i perioden januar 2004 til august 2004 i samarbejde med Plastindustrien i Danmark, PUR-sektionen.

Projektet er finansieret af Program for Renere Produkter og Plastindustrien i Danmark.

Projektet har konkret fokuseret på:

- beskrivelse af gældende regler, nationalt og på EU-plan
- beskrivelse af forventede kommende regler, nationalt og på EU-plan
- kortlægning af produktionsspild fra fremstilling af produkter af eller med indhold af PUR i Danmark
- kortlægning af udtjente produkter af eller med indhold af PUR i Danmark
- estimering af danske virksomheder omkostninger ved affaldshåndteringen af PUR
- kortlægning af tilgængelig nyttiggørelses- og genanvendelsesteknologier for produktionsspild og udtjente produkter af eller med indhold af PUR.

Indledningsvis beskrives projektets formål og baggrund i kapitel 1. Heri gives også en beskrivelse af den anvendte metode til gennemførelse af projektet. Kortlægningen af produktionsspild og affaldsprodukter har som udgangspunkt været baseret på interview med en række udvalgte virksomheder, mens kortlægningen af lovgivning og behandlingsteknologier er baseret på screening af forskellige kilder, som fx Eurolex og Isopa Fact Sheets¹.

I rapportens kapitel 2 beskrives de gældende og kommende regler for håndtering af affaldsprodukter med indhold af polyurethan. Kortlægningen har vist, at det umiddelbart kun er for kølemøbler og præisolerede fjernvarmerør, at der forventes indført regler, der vil få betydning for producenter og affaldsbehandlere af produkter med polyurethan. Dette gælder dels for affaldsbehandlingen af kasserede produkter med indhold af ozonlagnedbrydende stoffer og dels ved at der indføres producentansvar for kølemøblerne.

I kapitel 3 præsenteres kortlægningen af produktionsspild. De interviewede virksomheder repræsenterer 70% af det årlige råvareforbrug til fremstilling af polyurethan. De omfattede virksomheder har samlet haft et produktionsspild af polyurethan svarende til 15 % af det oplyste årlige råvareforbrug.

Undersøgelsen har vist at råvareforbrug og produktionsspild er størst hos producenter af fleksibelt skum, som det fremgår af nedenstående tabel. Ikke overraskende er det også i denne produktgruppe, at der ses genanvendelse af de største mængder.

¹ Isopa, European Diisocyanate & Polyol Producers Association

	Råvareforbrug	Produktionsspild
Fleksibelt skum	22.200 tons/år	5.100 tons/år
Stift skum	20.800 tons/år	1.150 tons/år
I alt	43.000 tons/år	6.250 tons/år

Tabel 1 Råvareforbrug og produktionsspild i Danmark,

Kapitel 4 præsenterer kortlægningen af udtjente produkter. Interview af 12 behandlingsvirksomheder har ikke bidraget med oplysninger, der kan danne grundlag for estimeringer af de årlige mængder af affald af og med polyurethan. I stedet er der for udvalgte affaldsprodukter og varegrupper på grundlag af andre kilder, foretaget estimeringer af mængden af polyurethan.

PUR-affald fra udtjente produkter fordelt på udvalgte kategorier		
	år	tons/år
Biler	2004	3500
Fjernvarmerør	2004	950
Køle- fryseskabe	2003	782

Tabel 2 pur-affald fra udvalgte produkter

Endelig indeholder kapitel 5 en beskrivelse af tilgængelige nyttiggørelses- og genanvendelsesprocesser for hhv. fleksibelt og stift polyurethan. I Danmark genanvendes ca. 60% af produktionsspildet. Således genanvendes ca. 3.700 t produktionsspild fra produktion af fleksibelt skum ved såkaldt rebonding, mens ca. 60 t produktionsspild fra produktion af stift skum anvendes til fremstilling af nye råvarer. Resten af produktionsspildet nyttiggøres ved energigenvinding.

Summary and conclusions

The project *Mapping of waste products with content of polyurethanes* has been conducted by Rambøll Denmark in January 2004 to August 2004 in cooperation with The Danish Plastics Federation, The Polyurethane Section.

The project has been financed by Program for Renere Produkter (The Cleaner Products Support Programme) and The Danish Plastics Federation.

The focus of the project has been:

- Description of national and European rules and legislation
- Description of expected future national and European rules and legislation
- Mapping of waste from production of products with polyurethanes in Denmark
- Mapping of waste products with polyurethane in Denmark
- Estimation of the costs connected to the treatment of polyurethane by Danish producers and waste treatment facilities
- Mapping of available technologies for recovery and recycling of polyurethanes.

Chapter 1 presents the objective and background for the project and describes the methods used. Mapping of production waste and waste products has mainly been based on interviews with a selected group of companies, while the mapping of legislation and technologies for treatment are based on screening of different sources, like for instance Eurolex and Isopa Fact Sheets².

Chapter 2 presents current and future rules and legislation for treatment of waste products with polyurethane. The mapping has shown that it is only for refrigerators, freezers and pipes for district heating that future rules are expected which will influence producers and waste treaters of products with polyurethane. These rules concern partly the waste treatment of product with ozone depleting substances and partly the introduction of producer's responsibility for refrigerators and freezers.

Chapter 3 presents the mapping of production waste. The interviewed companies represent app. 70% of the annual consumption of polyurethane raw materials. The amount of production waste was in total app. 15 % of the annual use of raw materials at the interviewed companies.

The study has shown that producers of flexible foam account for the largest use of raw material as well as amount of production waste, as shown in the table below. Not surprisingly, it is also in the group, that recycling is most prevalent.

² Isopa, European Diisocyanate & Polyol Producers Association

	Consumption of raw materials	Production waste
Flexible foam	22.200 t/year	5.100 t/year
Rigid foam	20.800 t/year	1.150 t/year
Total	43.000 t/year	6.250 t/year

Tabel 3 consumption of raw materials and production waste in denmark,

Chapter 4 presents the mapping of waste products. Interviews with 12 companies involved with collection, handling, recovery and recycling did not contribute with information, which could be used for the assessment of the annual generated amounts of waste with content of polyurethanes. Hence, estimates have been made based on statistical information regarding specific product groups containing polyurethanes.

PUR-waste from end of life products		
	Year	t/year
Automotive	2004	3500
Preinsulated pipes	2004	950
Domestic appliances	2003	782

Tabel 4 pur-waste from selected end of life products

Finally, chapter 5 contains a description of available technologies for recovering and recycling operations for flexible as well as rigid polyurethane foam products.

Approximately 60% of the production waste is recycled, mainly by rebonding flexible foam production waste to new products, a minor part of the rigid foam production waste is converted to new raw materials, whilst approximately 40% of the production waste is incinerated with energy recovery.

1 Indledning

Projektet *Kortlægning af affaldsprodukter med indhold af polyurethan* er gennemført i fem faser omfattende:

- 1 Kortlægning af gældende og kommende regler
- 2 Kortlægning af produktionsspild
- 3 Kortlægning af udtjente produkter
- 4 Kortlægning af genanvendelsesteknologier
- 5 Rapportering

Projektet er gennemført af Rambøll Danmark i samarbejde med Plastindustrien i Danmark, PUR- sektionen.

Til projektet har været tilknyttet en følgegruppe bestående af en repræsentant fra Miljøstyrelsens Industrikontor.

Projektet er en del af et nordisk brancheinitiativ, som har til formål at tilvejebringe et videngrundlag, som kan bringe branchen på forkant med udviklingen i EU og de initiativer, som kan forventes derfra med henblik på indførelse af fx producentansvar, udfasning af miljøbelastende stoffer og krav om opfyldelse af mål for genanvendelse.

1.1 Formål

Der anvendes i Danmark årligt over 40.000 tons polyurethan til opskumning og støbning af forskellige typer af produkter. Der er dermed et ganske godt overblik over råvareforbruget. Imidlertid findes der ingen kortlægning af mængden af produktionsspild fra polyurethan forarbejdende virksomheder eller af mængden af udtjente produkter af eller med indhold af polyurethan i Danmark.

Dette projekt har derfor til formål dels at

- kortlægge produktionsspild
- kortlægge mængden af udtjente produkter,

men også for håndteringen af produktionsspild og udtjente produkter, at skaffe overblik over

- gældende regler
- kommende regler

Et femte element i projektet er at få overblik over, hvilke omkostninger til affaldshåndteringen af polyurethan, der hviler på hhv. producenter og affaldsbehandlere.

Dette element vil kunne blive en vigtig brik i vurderingen af den eventuelle rentabilitet, eller mangel på samme, der måtte være ved mulige frivillige

ordninger for indsamling og genanvendelse af produkter af eller med polyurethan.

1.2 Metode – Kortlægning af produktionsspild

Der findes ca. 40 – 50 virksomheder i Danmark, som fremstiller produkter af eller med indhold af polyurethan. Det er udgangspunktet for projektet, at over 75% af forbruget af råvarer til fremstilling af polyurethan anvendes af de 10 største af disse virksomheder.

Det er en målsætning for projektet, at kortlægningen af produktionsspild skal ske på baggrund af virksomheder, som repræsenterer over 80% af forbruget af polyurethan. Kortlægningen er derfor baseret på interview med 15 udvalgte virksomheder indenfor følgende kategorier:

Producenter af

- fjernvarmerør
- køle- og fryseskabe
- kølebiler og -containere
- fleksibelt skum, og
- formstøbte artikler

Af de 15 udvalgte produktionsvirksomheder har 3 ikke ønsket at deltage i undersøgelsen. Forbruget af polyurethan på disse 3 virksomheder er i stedet skønnet på baggrund af oplysninger fra deres grønne regnskaber.

Der er gennemført personlige interview med mindst 1 virksomhed indenfor hver kategori og telefoninterview med de øvrige virksomheder. Virksomhederne har forud for interviewet fået tilsendt dels et introduktionsbrev med en beskrivelse af undersøgelsen og en forespørgsel om deres deltagelse, dels fået tilsendt et spørgeskema.

Virksomhederne har dermed haft mulighed for at forberede sig på interviewet og eventuelt finde frem til de relevante oplysninger. Efter interviewet har virksomhederne fået tilsendt de svar, som blev registreret under interviewet og har dermed haft mulighed for at verificere og eventuelt korrigere oplysningerne.

Det anvendte spørgeskema fremgår af bilag A. Virksomhederne er bl.a. blevet spurgt om følgende:

- typen af produkter, der fremstilles og deres forventede levetid
- mængden af polyurethan anvendt på virksomheden
- mængden af polyurethan i form af produktionsspild eller fejlproduktion
- mulighed for og eventuelt økonomi i at genanvende produktionsspildet
- nuværende bortskaffelsesform og omkostninger
- kendskab til genanvendelsesteknologier.

1.3 Metode – Kortlægning af udtjente produkter

Kortlægningen af udtjente produkter er baseret på interview med 14 udvalgte virksomheder. 12 af de udvalgte virksomheder har ønsket at deltage i undersøgelsen. Virksomhederne er udvalgt indenfor følgende kategorier:

Behandlere af

- køle- og fryseskabe
- fjernvarmerør
- udtjente køretøjer og shredderaffald
- bygge- og anlægsaffald
- erhvervsaffald

og

- en genbrugsplads
- en direkte genanvender

Virksomhederne er udvalgt så de dækker forskellige typer af behandlingsanlæg, hvor kasserede produkter af eller med indhold af polyurethan fra såvel private husholdninger, som erhvervsvirksomheder kan tænkes at dukke op.

De valgte virksomheder kan tjene som eksempler på i hvilket omfang, form og størrelsesorden de modtager kasserede produkter til behandling. Men virksomhederne vil næppe kunne give et repræsentativt billede af mængderne af kasserede produkter. For at tilvejebringe et estimat over mængden af kasserede produkter med indhold af polyurethan, vil oplysningerne derfor nødvendigvis skulle suppleres med viden om produktionsmængder, import- og eksportstatistik, antagelser om levetider mv.

Der er gennemført personlige interviews med mindst 1 virksomhed indenfor hver kategori og telefoninterview med de øvrige virksomheder.

Virksomhederne har forud for interviewet fået tilsendt dels et introduktionsbrev med en beskrivelse af undersøgelsen og en forespørgsel om deres deltagelse, dels fået tilsendt et spørgeskema.

Virksomhederne har dermed haft mulighed for at forberede sig på interviewet og eventuelt finde frem til de relevante oplysninger. Efter interviewet har virksomhederne fået tilsendt de svar, som blev registreret under interviewet og har dermed haft mulighed for at verificere og eventuelt korrigere oplysningerne.

Det anvendte spørgeskema fremgår af bilag B. Virksomhederne er bl.a. blevet spurgt om følgende:

- typer af kasserede produkter med polyurethan, der modtages
- modtagne mængder
- behandlingsform og eventuel behandlingspris
- eventuel anvendelse af det behandlede produkt

1.4 Metode – Kortlægning af regler

Kortlægningen af såvel gældende som kommende regler er først og fremmest baseret på screeninger af relevante kilder såsom:

- Eurolex
- Retsinfo
- Videncenter for Affalds lovdatabase
- Affaldsstrategi 2005 – 2008
- Internationalt Affaldsnyt

Desuden har der været rettet henvendelse til relevante medarbejdere i Miljøstyrelsen for at indhente oplysninger om status på allerede igangsatte initiativer og vurderinger af, hvilke initiativer, der kan forventes indenfor den nærmeste fremtid.

1.5 Metode – Kortlægning af teknologier til genanvendelse og anden nyttiggørelse af polyurethanaffald.

Kortlægningen af teknologier til genanvendelse og nyttiggørelse af polyurethanaffald er baseret på dels et litteraturstudium, hvor fact sheets fra ISOPA, European Diisocyanate & Polyol Producers Association, har været den primære kilde og dels på de gennemførte interviews med virksomhederne.

2 Lovgivning

2.1 Gældende lovgivning

I det følgende præsenteres den danske regulering på Miljøministeriets ressortområde, der har betydning for håndteringen af kasserede produkter med indhold af PUR. Der er enten tale om generelle regler for affaldshåndtering eller om implementering af konventioner og EU-regulering, der har fokus på ozonlagnedbrydende drivmidler. Reguleringen er dermed ikke specifikt rettet mod polyurethan.

2.1.1 Miljøbeskyttelsesloven

Bekendtgørelse nr. 753 af 15. august 2001 af lov om miljøbeskyttelse, også kaldet miljøbeskyttelsesloven. Loven opstiller rammerne for og hjemler miljøministerens regeludstedelse i forbindelse med bl.a. produktion, håndtering og behandling af affald.

Loven har ingen direkte betydning for håndteringen af polyurethan, men lovens principper skal lægges til grund for reguleringen af affaldshåndtering. Det drejer sig bl.a. om lovens §1, hvoraf det fremgår at loven skal medvirke til at værne natur og miljø, så samfundsudviklingen kan ske på et bæredygtigt grundlag i respekt for menneskers livsvilkår og for bevarelsen af dyre- og plantelivet.

Det uddybes i stk. 2, som lyder: "Med denne lov tilsigtes særlig

- 1) at forebygge og bekæmpe forurening af luft, vand, jord og undergrund, samt vibrations- og støjulemper,
- 2) at tilvejebringe hygiejnisk begrundede regler af betydning for miljøet og for mennesker,
- 3) at begrænse anvendelse og spild af råstoffer og andre ressourcer
- 4) at fremme anvendelsen af renere teknologi og
- 5) at fremme genanvendelsen og begrænse problemer i forbindelse med affaldsbortskaffelse."

Derudover fastlægger §4, stk. 4 "forureneren-betaler-princippet": "Den, der har forårsaget forurening af luft, vand, jord eller undergrund eller skabt risiko for at en sådan forurening kan opstå, skal foretage de nødvendige foranstaltninger til at søge følgerne af forureningen effektivt forebygget eller afværget. Dertil skal den hidtidige tilstand søges genoprettet".

2.1.2 Affaldsbekendtgørelsen

Bekendtgørelse nr. 619 af 27. juni 2000 om affald med senere ændringer, fastsætter en række generelle regler for håndtering af affald, som ikke er omfattet af anden regulering. Det drejer sig bl.a. om plastaffald, shredderaffald, emballageaffald og ozonlagnedbrydende stoffer som ikke er reguleret ved særbekendtgørelser.

Bekendtgørelsen stiller specifikt krav til kommunerne om at udarbejde regler for håndtering og nyttiggørelse af emballageaffald fra virksomheder, herunder emballageaffald af plast.

For øvrige fraktioner, som ikke er nævnt specifikt i bekendtgørelsen, gælder at affaldshåndteringen skal ske med udgangspunkt i EU's håndteringshierarki med følgende prioritering:

- 1) genanvendelse
- 2) forbrænding med energiudnyttelse
- 3) bortskaffelse

og i øvrigt i overensstemmelse med principperne i miljøbeskyttelsesloven, hvori kommunerne bl.a. pålægges ansvaret for konkret at anvise affald til behandling.

2.1.3 Ozonlagnedbrydende stoffer og drivhusgasser

Cirkulære nr. 132 af 13. juni 1996 om kommunale regulativer om bortskaffelse af CFC-holdige kølemøbler³ pålægger kommunerne at etablere indsamlings- eller anvisningsordninger for kasserede CFC-holdige kølemøbler og affaldsfraktioner herfra. Formålet er, at opnå en miljømæssig forsvarlig bortskaffelse og genanvendelse og undgå deponering. Det er et krav, at opskumningsmiddel CFC 11 skal opsamles med en effektivitetsgrad på mindst 80% og bortskaffes.

Bekendtgørelse nr. 243 af 19. april 2002 om visse ozonlagnedbrydende stoffer regulerer anvendelsen af bl.a. CFC-er og HCFC-er. De pågældende stoffer må ikke anvendes som drivmiddel til opskumning.

Bekendtgørelse nr. 552 af 2. juli 2002 om regulering af visse industrielle drivhusgasser. Bekendtgørelsen forbyder dels import, salg og anvendelse af drivhusgasserne HFC-er, PFC-er og SF₆, dels import, salg og anvendelse nye produkter med indhold af de pågældende drivhusgasser.

Bekendtgørelsen opstiller datoer for udfasning af de pågældende stoffer og lister desuden visse undtagelser fra forbudet.

Produkter som er omfattet af bekendtgørelsen er fjernvarmerør, fugeskum, spraydåser, bildæk, ruder, sko, køleanlæg, varmepumper, airconditionanlæg og affugtere.

Kølebranchens Miljøordning er en frivillig aftale fra 1992 mellem Miljøministeriet og kølebranchen. Ordningen omhandler anmeldelse og godkendelse af virksomheder, der håndterer CFC og CFC-holdig kølekompressorolie, herunder opsamling, emballering, deklarering, indsamling, virksomhedens egen transport og destruktions. Virksomheder som er omfattet af ordningens godkendelse skal føre regnskab over købt, solgt og afleveret rent og forurenede CFC. Ordningen har ingen direkte betydning for håndteringen af affaldsprodukter af eller med PUR.

³ Cirkulærer er underordnede administrative forskrifter, som angiver, hvordan en administrativ myndighed skal forholde sig til en konkret lov. Et cirkulære er bindende for underordnet myndighed, men ikke for borger og virksomheder.

Montreal Protokollen er en international aftale fra 1987, der forpligter de enkelte lande til at reducere forbruget af ozonlagnedbrydende stoffer, som CFC, haloner mv., der har været anvendt i bl.a. kølemaskiner og som opskumningsmiddel. Aftalen er ratificeret af 149 lande, herunder Danmark, der som konsekvens heraf har forbudt anvendelsen af flere af de omfattede stoffer. Protokollen har ingen direkte betydning for håndteringen af affaldsprodukter af eller med PUR.

2.1.4 Affald fra biler

Bekendtgørelse nr. 480 af 19. juni 2002 om håndtering af affald i form af motordrevne køretøjer og affaldsfraktioner herfra stiller krav om særlig behandling af olier, væsker, akkumulatører, batterier mv., samt om udtagning af dæk, glaseruder, plastkofangere, spoilere, katalysatorer, airbags og selestrammere.

Der stilles i bekendtgørelsen ingen krav om særskilt udsortering af komponenter som instrumentbrætter, rat og sæder, som kan indeholde PUR. Der er dog i bekendtgørelsens §14 opsat målsætninger for den mængde af genanvendelige materialer som shredder anlæg skal sikre udsorteret til genanvendelse og/eller nyttiggørelse.

Pr. 1. januar 2003 er målsætningen for genanvendelse mindst 75% af den modtagne tonnage. Pr. 1. januar 2006 er målet mindst 80% af den modtagne tonnage og pr. 1. januar 2015 mindst 85% genanvendelse og mindst 95% nyttiggørelse af den modtagne tonnage.

Bekendtgørelse nr. 1067 af 22. december 1998 om håndtering af affald fra elektriske og elektroniske produkter omfatter ikke direkte transportmidler, men dog affald af elektriske og elektroniske produkter, som er udtaget af transportmidler.

2.2 Kommende lovgivning

Der er på nuværende tidspunkt 2 EU reguleringer, der må forventes, at medføre ændringer i de eksisterende danske regler for håndtering af affald med indhold af polyurethan.

Det drejer sig om:

- 1) Direktiv nr. 2002/96/EF om affald af elektrisk og elektronisk affald (WEEE- direktivet). Direktivet stiller krav til behandling af bl.a. "store kølemøbler, køleskabe, fryseudstyr, andre store apparater til køling, opbevaring og lagring af fødevarer", jf. direktivets bilag IB
- 2) Forordning 2037/2000 om stoffer, der nedbryder ozonlaget. Forordningen stiller krav om udfasning, genvinding og/eller destruktion af kontrollerede stoffer, som findes bl.a. i husholdningskøle- og fryseskabe, jf. Forordningens artikel 16, stk. 1-3.

De forventede ændringer gennemgås i de følgende afsnit.

2.2.1 Kølemøbler

Som følge af kravene i WEEE- direktivet vil der blive indføjet regler om håndtering af kølemøbler⁴ ved revision af *Bekendtgørelse nr. 1067 af 22. december 1998 om håndtering af affald fra elektriske og elektroniske produkter*. Dette vil medføre krav om afgang af kølesystemer, kompressorolie og isoleringsskum. Kølemøbler fremstillet før 1995 indeholder CFC og andre miljøbelastende fraktioner.

Direktivets bestemmelser skulle have været implementeret i dansk lov senest den 13. august 2004, men ændringerne til bekendtgørelsen forventes først at være udstedt i foråret 2005, dog med ikrafttrædelse 13. august 2005 i overensstemmelse med direktivet.

En anden meget væsentlig følge af WEEE-direktivet er, at producenter af kølemøbler vil blive omfattet af *producentansvar*. Producentansvaret vil gælde for affaldsprodukter fra såvel private husholdninger som fra erhverv.

Af hensyn til subsidiaritetsprincippet stiller direktivet ingen nærmere krav til udformningen af indsamlingsordninger og finansiering. Det er fx ikke et krav at indsamlingen af affaldsprodukterne skal forestås af producenterne, men det er et krav, at indsamling, behandling, nyttiggørelse og miljørigtig bortskaffelse som hovedregel skal **finansieres** af producenterne.

Ordninger, hvorved de sidste indehavere og distributører af kølemøbler mv. fra private husholdninger, kan returnere sådant affald, skal være etableret senest den 13. august 2005. Dette gælder både "historisk"⁵ affald og affald af produkter, der er markedsført efter den 13. august 2005.

For affald fra andre kilder end husholdninger skal der ligeledes være etableret ordninger senest den 13. august 2005. Det er producenterne der skal sørge for finansieringen af omkostningerne ved indsamling, behandling, nyttiggørelse og miljørigtig bortskaffelse af affald af produkter, som er markedsført efter den 13. august 2005.

For "historisk" affald gælder, at det ikke er de oprindelige producenter, som skal bære finansieringen, men derimod de producenter, som leverer nye produkter, som erstatter tilsvarende gamle produkter. Der er mulighed for indenfor direktivets rammer, at indgå aftaler om anden finansieringsform.

Hvordan den praktiske udformning af indsamlingen og finansieringen skal finde sted i Danmark er endnu uafklaret.

Producenterne pålægges endvidere, at mærke deres produkter, dels med et piktogram, der indikerer at produktet skal indsamles særskilt, dels med oplysninger, der entydigt kan identificere producenten.

Producenterne skal desuden stille genbrugs- og behandlingsoplysninger til rådighed for genbrugscentre, behandlings- og genvindingsanlæg. Oplysningerne udarbejdes for hver ny type EEE og skal identificere de forskellige komponenter og materialer, samt placeringen af farlige stoffer og præparater.

⁴ Det drejer sig om reglerne fra cirkulære nr. 132.

⁵ "Historisk" affald betegner affald, der er markedsført før den 13. august 2005.

Direktivet stiller endelig krav om, at medlemsstaterne skal sikre, at producenterne ved produktdesign tager hensyn til og letter bortskaffelse og nyttiggørelse.

RoHS- direktivet, Direktiv nr. 2002/95/EF om begrænsning af anvendelsen af visse farlige stoffer i elektrisk og elektronisk udstyr opstiller forbud mod at elektriske og elektroniske produkter, der markedsføres efter den 1. juli 2006, må indeholde bly, kviksølv, cadmium, hexavalent chrom, polybromerede biphenyl (PBB) eller polybromerede diphenylethere (PBDE). Listen kan udvides, hvis der foreligger videnskabelige data og begrundelser herfor. Direktivet indeholder på nuværende tidspunkt ingen krav med betydning for polyurethan.

2.2.2 Fjernvarmerør

Præisolerede fjernvarmerør, der indeholder CFC'er eller HCFC'er er nævnt specifikt som et fokusområde i Affaldsstrategi 2005-08. Som følge af forordningen om ozonlagsnedbrydende stoffer forventes indført regler om håndtering og afgang af isoleringsskum fra disse fjernvarmerør. Reglerne vil muligvis også komme til at omfatte skum fra isolerede porte og kølecontainere med indhold af ozonlagsnedbrydende stoffer, men dette er endnu ikke afklaret.

Som følge af udfasningen af ozonlagsnedbrydende stoffer opskummes isoleringen i fjernvarmerør, porte og kølecontainere i dag ikke med ozonlagsnedbrydende stoffer. Det må derfor forventes, at den kommende regulering kun vil omfatte "historisk" affald, som indeholder isolering opskummet med ozonlagsnedbrydende stoffer. Eftersom rørene ikke er mærket, kan det imidlertid være svært at skelne mellem rør med eller uden ozonlagsnedbrydende stoffer.

Det er endnu ikke afklaret om reglerne i givet fald indarbejdes i Affaldsbekendtgørelsen eller om der udarbejdes en ny bekendtgørelse om håndtering af affald indeholdende ozonlagsnedbrydende stoffer.

Der er ingen endelig frist for, hvornår reglerne i givet fald skal træde i kraft og disse forventes tidligst at blive udarbejdet i løbet af 2005.

Der er ingen forventninger om indførelse af producentansvar på fjernvarmerør.

2.2.3 Affald fra biler

Der er pt. intet, der tyder på at der vil blive stillet krav om udsortering af skum fra sæder, polstringer mv. Men det kan ikke udelukkes på langt sigt, at der kan stilles krav om udsortering af polyurethanholdigt skum og plast fra biler med henblik på genanvendelse. Affaldsstrategi 2005 - 2008 lægger fx op til at genanvendelsen af affald fra ophugning og skrotning af biler skal øges fra de nuværende 75% til 80% i 2006. Dette mål skal nås ved øget genanvendelse af plastkomponenter og glas fra bilerne.

Det forventes, at der vil blive indført regler for producentansvar for person- og varebiler i 2005 eller 2006 med henblik på ikrafttræden 1. januar 2007. Reglerne vil i givet fald blive indarbejdet i bilskrotbekendtgørelsen.

2.3 Konklusion

Umiddelbart er det kun for kølemøbler og præisolerede fjernvarmerør, at der forventes indført nye regler, der vil få betydning for producenter og affaldsbehandlere af produkter med polyurethan.

I begge tilfælde gælder, at der stilles krav om at der i forbindelse med affaldsbehandlingen skal ske afgangning, opsamling og destruktion af eventuelle ozonlagnedbrydende stoffer. For kølemøblerne gælder, at det er reglerne fra cirkulære nr. 132 fra 1996, der gøres til lovkrav ved at de indarbejdes i en bekendtgørelse.

Kølemøblerne omfattes desuden af producentansvar, hvilket vil gælde uanset om der er tale om kølemøbler med eller uden ozonlagnedbrydende stoffer.

Producentansvaret medfører, at producenterne skal bidrage til finansieringen af indsamling og affaldsbehandling af kasserede kølemøbler, mærke deres produkter, udarbejde deklARATIONER med genbrugs- og behandlingsoplysninger og i produktdesignet lette bortskaffelse og nyttiggørelse af kasserede kølemøbler.

3 Produktionsspild

3.1 Mængder

De 12 virksomheder, som har deltaget i undersøgelsen tegner sig for et samlet årligt råvareforbrug af PUR på knap 30.000 tons, hvilket svarer til knap 70% af det anslåede årlige forbrug på ca. 43.000 tons i Danmark. Samlet har disse virksomheder et produktionsspild af polyurethan på ca. 4500 tons, svarende til 15 % af det oplyste årlige forbrug.

De interviewede virksomheder er inddelt i 5 kategorier svarende til deres produkter. Det drejer sig om:

- Producenter af præør og rørskaller
- Producenter af køle- og fryseskabe
- Producenter af fleksibelt skum
- Producenter af kølebiler, kølecontainere, kølepaneler og blokskum
- Producenter af andre formstøbte artikler og elastomerer

Indenfor hver af disse kategorier har vi suppleret oplysningerne fra de interviewede virksomheder med mængder fra grønne regnskaber eller kvalificerede anslåede mængder for øvrige producenter i branchen. Hver kategori består således enten af faktisk oplyste eller anslåede mængder for mindst 5 virksomheder. Resultaterne fremgår af tabel 5 nedenfor.

Kategori	Råvareforbrug (t/år)	Produktionsspild (t/år)	Spildprocent gns.
Producenter af præør og rørskaller	6500	300	5
Producenter af køle- og fryseskabe	6500	200	3
Producenter af fleksibelt skum	22200	5100	23
Producenter af kølebiler/-containere/-paneler og blokskum	4400	250	6
Producenter af andre formstøbte artikler og elastomerer	3400	400	12
Total	43000	6250	15

Tabel 5 råvareforbrug og produktionsspild opgjort på kategorier af producenter

Indenfor hver kategori ses der variationer i størrelsen af produktionsspildet og dermed også i spildprocenten. De gennemsnitlige spildprocenter hos producenter af produkter isoleret med stift skum og andre formstøbte artikler er relativt beskedne i størrelsesordenen mellem 3 og 9%

Producenterne af fleksibelt skum skiller sig ud ved dels at tegne sig for det største råvareforbrug, dels ved at være den kategori med den største spildprocent, nemlig 23%. Det afgørende for spildets størrelse, er geometrien af de udskårne emner, som det kan være svært at ændre. Imidlertid foreligger hovedparten af produktionsspildet i form af rent materiale fra konfektionering af blokke. Dette er relativt nemt at afsætte til genanvendelse, jf. afsnit 3.2.

3.2 Behandling

Som det fremgår af tabel 5 er det producenterne af fleksibelt skum, der har den største spildprocent. Til gengæld er det også næsten udelukkende hos

producenterne af fleksibelt skum, at der sker genanvendelse af produktionsspildet, enten i virksomhedernes egen produktion eller via salg til andre producenter i Danmark og udlandet. Genanvendelsesprocenten for fleksibelt skum ligger hos de interviewede virksomheder mellem 60% og mere end 90%. Den anvendte teknik er rebonding, jf. afsnit 5.2.1.

Af producenterne af stift skum er det kun hos en enkelt producent, at der sker genanvendelse af en del af produktionsspildet. Dette sker via en glycolyseproces, som nedbryder polyurethanmaterialet til mindre molekyler, som efter passende behandling kan indgå i fremstillingen af ny polyurethan. Glykolyse er nærmere beskrevet i afsnit 5.2.7.

Tabel 6 viser de anslåede mængder af genanvendt eller nyttiggjort produktionsspild af polyurethan i Danmark i 2003. Som det fremgår er det godt 60% af spildet, der genanvendes enten via rebonding eller anden form for genanvendelse, mens de resterende knap 40% nyttiggøres ved forbrænding i forbrændingsanlæg eller industrielle processer.

Behandlingsform	t/år
Rebonded fleksibelt skum og granulat	3700
Anden form for genanvendelse	60
Energigenvinding i forbrændingsanlæg og anden energigenvinding	2400
Total	ca. 6200

Tabel 6 Anslåede mængder af genanvendt eller nyttiggjort produktionsspild af polyurethan i Danmark, 2003

3.3 Omkostninger

Der er betydelige variationer i de omkostninger, som de interviewede virksomheder har kunnet oplyse vedrørende håndtering og behandling af deres polyurethanaffald. Nogle af virksomhederne har været i stand til både at give et overslag på den faktiske behandlingspris og omkostningerne forbundet med den interne håndtering af affaldet på virksomheden. Men de fleste virksomheder har kun oplyst den faktiske pris for transport og behandling.

I tabel 7 nedenfor ses de oplyste priser pr. ton for transport og behandling af polyurethanaffald. Priserne vedrører kun afhentning og behandling af opskummet/støbt polyurethan og ikke farligt affald i form af polyoler eller isocyanater. Omkostninger til virksomhedernes interne håndtering af polyurethanaffaldet er heller ikke indeholdt i de viste behandlingspriser.

Kategori	Behandlingspris kr/t
Producenter af præør og rørskaller	n.a. - 1000
Producenter af køle- og fryseskabe	400 - 570
Producenter af fleksibelt skum	1000 - 1700
Producenter af kølebiler/-containere/-paneler og blokskum	n.a. - 620
Producenter af andre formstøbte artikler og elastomerer	n.a. - 1250

Tabel 7 Priser for behandling af polyurethanaffald

I flere tilfælde er der tale om, at polyurethan ikke håndteres som en ren fraktion, men er blandet sammen med andre materialer eller er en del af et sammensat produkt. Polyurethanaffaldet håndteres dermed sammen med fx metaller, plast og papir. I tilfælde, hvor polyurethanen bortskaffes sammen

med metal eller andet plast, ses det ofte, at virksomhederne enten får en decideret indtægt eller en reduktion i behandlingsprisen pga. metaller og plasts positive værdi som genanvendeligt materiale, når disse fraktioner udsorteres til genanvendelse.

På grund af de store variationer og utilstrækkelige oplysninger, er det undladt at konkludere på de samlede omkostninger forbundet med transport og behandling af polyurethan.

Det er dog karakteristisk, at de største omkostninger ligger hos de virksomheder, hvor polyurethanen foreligger som en ren affaldsfraktion.

De laveste omkostninger ses hos de virksomheder, hvor polyurethanen er en del af et sammensat produkt eller er blandet sammen med andre materialer, som fx metaller, plast eller papir.

3.4 Konklusion

De 12 virksomheder, som har deltaget i undersøgelsen tegner sig for et samlet årligt råvareforbrug af polyurethan svarende til knap 70% af det anslåede årlige råvareforbrug. Samlet har disse virksomheder et produktionsspild af polyurethan svarende til 15 % af det oplyste årlige forbrug.

Udfra oplysningerne fra de interviewede virksomheder, har projektteamet anslået det samlede råvareforbrug i branchen opdelt på kategorier af produktionsvirksomheder.

Oplysninger om produktionsspild fra de interviewede virksomheder er på tilsvarende vis fordelt på producentkategorier. Det anses derfor for rimeligt at antage, at det faktiske årlige produktionsspild ligger i den størrelsesorden, som undersøgelsen har fastlagt.

Undersøgelsen har vist at råvareforbrug og produktionsspild er størst hos producenter af fleksibelt skum. Ikke overraskende er det også i denne produktgruppe, at der ses genanvendelse af de største mængder. Dette skyldes, at det er relativt simpelt at genanvende hovedparten af afskær af fleksibelt skum ved rebonding processer. Det undersøges i øjeblikket hvorledes de typer af fleksibelt skum, som det er vanskeligere at genanvende ved rebonding, kan genanvendes ved hjælp af andre teknologier.

Produktionsspild fra produktion af stift skum udgør ca. 5% af råvareforbruget. Spildprocenten søges løbende reduceret ved optimering af produktionsprocesserne.

Endelig har undersøgelsen vist, at der er store forskelle i virksomhedernes omkostninger ved bortskaffelse af produktionsspild. Det er karakteristisk, at de største omkostninger ligger hos de virksomheder, hvor polyurethanen foreligger som en ren affaldsfraktion.

De laveste omkostninger ses hos de virksomheder, hvor polyurethanen er en del af et sammensat produkt eller er blandet sammen med andre materialer, som fx metaller, andet plast eller papir. I tilfælde, hvor polyurethanen bortskaffes sammen med metal eller andet plast, ses det ofte, at virksomhederne enten får en decideret indtægt eller en reduktion i

behandlingsprisen pga. metallers og plasts positive værdi som genanvendeligt materiale.

4 Affaldsprodukter

4.1 Interviewundersøgelsen

12 forskellige typer af affaldsbehandlere deltog i undersøgelsen; jf. afsnit 1.3. Virksomhederne har kun i få tilfælde været i stand til at oplyse, hvilke mængder af affaldsprodukter af eller med polyurethan, som modtages til behandling.

Som udgangspunkt kan virksomheder, der behandler specifikke affaldsfraktioner med indhold af polyurethan som fx kølemøbler eller fjernvarmerør, godt oplyse om behandlede mængder. Disse virksomheder har netop fokus på polyurethanen, enten fordi der stilles særlige krav til afgangning og opsamling af eventuelle ozonlagnedbrydende stoffer i polyurethanskummet eller fordi produktionen er specifikt indrettet på genanvendelse af polyurethanen, fx ved rebonding.

De øvrige typer af affaldsbehandlere har derimod meget lidt fokus på polyurethan som et affaldsprodukt. Behandlerne blev i forbindelse med undersøgelsen oplyst om, hvilke typer af affaldsprodukter, som polyurethan kunne indgå i og var i langt de fleste tilfælde derefter i stand til at identificere affaldsprodukter med polyurethan, som blev modtaget eller behandlet på virksomheden. For genbrugsstationen drejede det sig fx om madrasser, møbler og køle- og fryseskabe. Virksomhederne var dog ikke i stand til at oplyse i hvilken størrelsesorden det drejede sig om.

De adspurgte virksomheder har dermed ikke kunne bidrage til et repræsentativt billede af mængder og behandling af kasserede produkter af eller med indhold af polyurethan. Undersøgelsen har derimod kunne bidrage til at belyse i hvilken form virksomhederne typisk modtager polyurethanaffald og hvilken behandling det gennemgår. Hovedresultaterne er samlet i bilag C for de enkelte typer af behandlingsanlæg og beskrives nærmere i det følgende.

4.1.1 Fleksibelt skum

Genanvendelse af fleksibelt polyurethanskum ses kun hos virksomheden, som rebonder produktionsaffald af fleksibelt polyurethan til blokke eller formstøbte artikler.

For de øvrige behandlervirksomheder, som modtager affaldsfraktioner af eller med fleksibelt polyurethanskum i form af fx madrasser, møbelpolstringer eller bil-inventar, er det kendetegnende at polyurethanen ikke udsorteres eller behandles separat med henblik på genanvendelse. Madrasser vil typisk indgå i den forbrændingsegnete fraktion, møbler neddeles med henblik på at udsortere metaller til genanvendelse, mens polstringen bortskaffes ved forbrænding. Bilsæder udtages ikke af bilerne ved demontering, hvorved polyurethanen ender i den lette restfraktion fra shreddningen, som, afhængig af hvorvidt det opfylder farlighedskriterierne, enten deponeres eller forbrændes.

Set fra et miljømæssigt synspunkt er det ganske udmærket at forbrænde fleksibelt polyurethanskum, idet skummet i sig selv ikke giver anledning til dannelse af problematiske røggasser eller slagger. Derudover kan der være hygiejniske hensyn, som gør det uinteressant eller u hensigtsmæssigt at genanvende, fx når der er tale om brugte madrasser og møbelpolstringer.

Ønsker man derimod på længere sigt at øge genanvendelse af skummet i den lette restfraktion fra shreddning af biler, fx for at mindske mængden af restfraktion til deponering, vil det være nødvendigt, at demontere sæder fra biler og fjerne polstringen før de shreddes. Det er ikke umiddelbart muligt efterfølgende at udsortere skummet fra restfraktionen

4.1.2 Stift skum

Hos de interviewede virksomheder har stift polyurethan typisk indgået som isolering i affaldsfraktioner som fjernvarmerør, køle/fryseskabe, kølerum eller som inventar i biler.

Hovedformålet med virksomhedernes affaldsbehandling er typisk at udsortere metaller og plast med en positiv salgsværdi til genanvendelse. Hvor skummet er anvendt som isolering, vil der ved denne proces typisk også ske en granulering af polyurethanen med henblik på at afgasse skummet for eventuelle ozonlagnedbrydende stoffer, så disse kan opsamles og destrueres. Processen efterlader derved polyurethanen som en ren restfraktion i pulverform, som i princippet kan genanvendes, jf. kapitel 5.

Af økonomiske årsager bliver polyurethan-pulveret imidlertid bortskaffet ved forbrænding, enten på affaldsforbrændingsanlæg eller industrielle anlæg. Det er hovedsageligt transporten, som er omkostningskrævende pga. polyurethan-pulverets relativt store volumen på grund af dets relativt lave massefylde.

De pågældende virksomheder undersøger dog løbende mulighederne for at nedsætte transportomkostningerne eller finde genanvendelsesmuligheder for polyurethanen. Det vil fx medføre en væsentlig besparelse af transportomkostninger, hvis virksomhederne relativt simpelt og billigt selv kunne øge massefylden af affaldet ved presning eller brikettering eller kunne fremstille nye produkter, jf. kapitel 5.

Der ses kun genanvendelse af stift polyurethan hos én af de interviewede virksomheder, hvor polyurethanen efter en glycolyseproces indgår i virksomhedens produktion af ny polyurethan. Virksomheden kan dog ikke oparbejde hele mængden, hvorfor en del også bortskaffes ved forbrænding.

Det skal hertil bemærkes, at polyurethan-pulver har så høj brændværdi, at det kan være svært at styre forbrændingsprocessen, hvis der kommer for store mængder PUR i forbrændingsovnen af gangen.

4.2 Estimeringer af affaldsmængder

Interviewundersøgelsen har ikke tilvejebragt oplysninger, der kan danne grundlag for en vurdering af de samlede affaldsmængder af eller med polyurethan. I det følgende er derfor med baggrund i alternative kilder gennemført estimeringer for udvalgte produktgrupper.

4.2.1 Køle- og frysemøbler

En af de interviewede behandlere af køle- og fryseskabe oplyste, at virksomheden årligt behandlede ca. 3000 tons køle- og frysemøbler mv. En enhed vejer i gennemsnit ca. 50 kg, hvoraf ca. 5 kg er polyurethan. Den årlige mængde polyurethan fra virksomhedens affaldsbehandling af køle- og fryseskabe mv. udgør således ca. 300 t/år.

Hvis det antages, at den pågældende virksomhed har en markedsandel i Danmark på ca. 30 – 35 %⁶, svarer det til, at der genereres ca. 1000 ton polyurethanaffald pr. år som følge af affaldsbehandling af køle- og fryseskabe mv. Når man tager levetiden på de behandlede affaldsprodukter i betragtning, må det antages, at der både er tale om polyurethan opskummet med og uden ozonlagnedbrydende stoffer som fx CFC.

De 1000 t/år kan sammenholdes med registreringerne i Miljøstyrelsens Informations System for Affald og Genanvendelse, ISAG, over mængden af behandlede CFC-holdige køle- og frysemøbler.

Mængden af behandlede CFC-holdige køle- og frysemøbler har i de seneste år ligget i størrelsesordenen 7000 – 10000 ton/år, jf. tabel 8 (1).

	2001	2002	2003
CFC-holdige køle- og frysemøbler, ton	7136	9726	7817
Heraf PUR	714	973	782

Tabel 8 Mængden af affaldsbehandlede CFC-holdige kølemøbler 2001 – 2003.

Kilde: ISAG

Hvis disse år antages at være repræsentative og det antages, at polyurethan udgør ca. 10% af den totale tonnage, svarer det til at polyurethan fra affaldsbehandling alene af CFC-holdige kølemøbler udgør 700 - 1000 ton/år.

Det er således ikke urimeligt, at antage, at den samlede mængde polyurethanaffald fra affaldsbehandling af køle- og frysemøbler ligger i størrelsesordenen 1000 t/år.

4.2.2 Præisolerede fjernvarmerør

CFC har været anvendt som blæsemiddel til produktion af fjernvarmerør siden starten af 60'erne og frem til forbudet mod anvendelse af CFC'erne i 1993. Siden forbudet mod anvendelse af ozonlagnedbrydende stoffer i 1996 har man primært anvendt cyklopentan som blæsemiddel.

Den totale mængde rør monteret i perioden 1962 – 1994 er beregnet til ca. 37.000 km. Rørenes levetid forventes at være ca. 30 år – dog længere for rør lagt efter 1980 (2). Rørene forventes således at skulle udskiftes i perioden 2000 – 2049. I det omfang rørene graves op, er de akkumulerede potentielle affaldsmængder fra rørene opgjort til 542.000 tons, hvoraf 54.000 tons er isolering af polyurethan. Tabel 9 viser for udvalgte år den estimerede potentielle mængde af polyurethanaffald fra præ-rør lagt i perioden 1962 - 1994 (2).

⁶ Markedsandelen er anslået på baggrund af interview med virksomheden.

År	2000	2004	2008	2012	2016	2020	2024	2028	2032	2036	2040	2044	2048
Tons	600	950	1450	1250	1600	2100	2000	1300	250	450	500	450	300

Tabel 9 Potentiel mængde PUR- affald fra præør lagt i perioden 1962 – 1994

Kilde: (2)

Ifølge Jørgen Frederiksen fra Freonfri præørsgenbrug tages langt den største del af rørene op i forbindelsen med udskiftning til nye rør. Dog skal det understreges, at der er forskel på kommunernes praksis på området, ligesom der er forskel på praksis afhængig af om rørene ligger i gadeprofiler i bebyggede områder eller der er tale om transmissionsledninger i åbent land.

4.2.3 Personbiler

Der er udbetalt skrotningsgodtgørelser for 68.000 personbiler i 2001, 80.000 i 2002, 86.000 i 2003 og 49.000 i 1. halvår 2004 (3). Gennemsnitsvægten for de ophuggede person- og varebiler udgør 950 kg per bil (kilde Peter Grau, Miljøstyrelsen), heraf udgjorde den totale mængde plast ca. 16%⁷, svarende til ca. 150 kg (6). Det antages endvidere, at andelen af polyurethan af den totalt anvendte mængde plast svarer til ca. 23%⁸, hvilket svarer til ca. 35 kg pr. bil (6).

På denne baggrund er mængden af PUR-affald fra skrotning af personbiler estimeret for årene 2001 - 2004, jf. tabel 10.

År	2001	2002	2003	2004
Antal biler	68000	80000	86000	100000
PUR-affald per bil, kg.	35	35	35	35
PUR-affald i alt, tons	2380	2800	3010	3500

Tabel 10 Estimeret mængde pur-affald fra personbiler

4.2.4 Andet

Polyurethan indgår desuden i kasserede produkter som møbler, madrasser og hynder fra både husholdninger og erhverv. En undersøgelse af sammensætningen af storskrald indsamlet fra husholdninger⁹ viser at tekstiler og møbler indgår i affaldsfraktionerne "småt brændbart" og "stort brændbart" (7).

Tekstiler og møbler udgjorde begge ca. 1% af stikprøven af "småt brændbart", mens fordelingen var hhv. ca. < 0,1% og 15% af stikprøven af "stort brændbart".

Hvor stor en andel polyurethan kan forventes at udgøre af disse produktgrupper findes der imidlertid ingen opgørelser på og det er heller ikke blevet belyst via nærværende interviewundersøgelse.

⁷ Andelen er opgjort for en tysk personbil produceret i 2000.

⁸ Andelen er opgjort for en tysk personbil produceret i 1980. Som følge af en stadig større anvendelse af plast- og skummaterialer for at nedsætte bilernes vægt og øge støjdemping, kan denne andel meget vel være større i dag.

⁹ Storskraldsordninger er normalt forbeholdt husholdninger. De fleste kommuner indsamler storskrald via deres genbrugsstation/containerplads og i visse tilfælde har mindre erhvervsdrivende også adgang til pladserne.

Den totale mængde brændbart storskrald udgjorde i 2001 ca. 680.000 tons (8), men på det foreliggende grundlag anses det ikke for plausibelt at foretage nærmere antagelser om andelen af polyurethan i storskrald.

For at belyse forbruget af produkter af eller med indhold af polyurethan er der foretaget et udtræk for udvalgte produktgrupper som antages at indeholde polyurethan fra Varestatistikken (8) over Industriens salg af egne produkter i 2003, jf. tabel 11.

Enhed		
Ton	Polyurethaner, ubearbejdet	0
	Polyurethan, af 2,2-(tert-butylimino)diethanol og 4,4-methylendicyclohexyldiisocyanat, polymerindho	2402
	Polyurethaner, ubearbejdet, i.a.n.	2108
	Plader, ark, film, bånd o.l af celleplast af polyurethaner, uden underlag, ej selvklæbende	0
	Plader, ark, film, bånd o.l. af celleplast af polyurethaner, af bøjeligt skumplast, uden underlag,	346
	Plader, ark, film, bånd o.l. af celleplast af polyurethaner, undt. af bøjeligt skumplast, uden unde	241
Kvm	Gulvtæpper, af uld eller fine dyrehår, vævede, med luv (ej konfektionerede), ej tuftede	81
	Gulvtæpper (heru, gulvløbere og måtter), vævede, med luv, ej tuftede, ej konfektionerede, ej af uld	30
	Gulvtæpper, af uld eller fine dyrehår, tuftede	2136
	Gulvtæpper, af kemofibre (ej polyamid og -propylen), ej trykte, tuftede, undt. i fliser <= 0,3 kvm/	1113
Stk	Gulvtæpper, tuftede, undt.af uld, fine dyrehår og kemofibre	121
	Drejestole med højdeindstilling, polstrede, med ryglæn samt hjul eller glidefodder	140688
	Siddemøbler (ej camping- og havemøbler), der kan omdannes til senge	132538
	Siddemøbler (ej sovesofaer), med stel af træ, polstrede	778997
	Siddemøbler (ej sovesofaer), med stel af metal, polstrede	283909
	Stole o.a. siddemøbler (ej sovesofaer), med stel af plast, polstrede, undt. til fly, biler, tandlæg	0
	Stole o.a. siddemøbler (ej sovesofaer), polstrede, undt. med stel af træ, plast, metal, vidjer, bam	72177
	Madrasser af cellegummi (skumgummi o.l.), med eller uden overtræk	65569
	Madrasser af celleplast, med eller uden overtræk	1,5E+07
	Madrasser med fjederindlæg (springmadrasser)	476184
	Puder med fyld af skumplast, ekspanderet plast o.l.	2218761
	Vattæpper, polstrede sengetæpper o.l. letvægtstæpper, ej med fyld af fjer, dun, skum- og ekspandere	5861
	Møbelhynder af skumplast, ekspanderet plast o.l., også uden overtræk	2224157
	Dyner, sengetæpper med indlæg o.a. sengeudstyr af skumplast, ekspanderet plast o.l., undt. puder og	421105

Tabel 11 Industriens salg af egne produkter, 2003

Kilde: (8)

Uden en mere produktorienteret analyse, som ligger udenfor dette projekts rammer, er det ikke muligt at afgøre om og i givet fald, hvor meget polyurethan, der indgår i de enkelte produkter. Men for madrasser af celleplast og møbelhynder er det en relativt robust antagelse, at langt hovedparten består af polyurethan.

Tabel 12 viser et udtræk fra Udenrigshandelsstatistikken over import af udvalgte produkter, som må formodes at indeholde polyurethan. Det er heller ikke her muligt, at konkludere nærmere på det samlede indhold af polyurethan uden en nærmere produktorienteret analyse. Men for madrasser af celleplast og møbelhynder er det en relativt robust antagelse, at langt hovedparten består af polyurethan.

Enhed		
Ton	Polyurethaner, ubearbejdet	0
	Polyurethan af 2,2-(tert-butylimino)diethanol,4,4-methylendicyclohexyldiisocyanat,med indhold af po	528
	Polyurethaner, ubearbejdet, i.a.n.	5548
	Plader, ark, film, bånd o.l af celleplast af polyurethaner, uden underlag, ej selvklæbende	0
	Plader, ark, film, bånd o.l af celleplast af polyurethaner af bøjeligt skumplast, uden underlag, ej	1844
	Plader, ark, film, bånd o.l af celleplast af polyurethaner, undt af bøjeligt skumplast, uden underla	1385
Ton	Drejestole med højdeindstilling, polstrede, med ryglæn samt hjul el glidefodder	4430
	Siddemøbler, undt camping- og havemøbler, der kan om dannes til senge	2689
	Siddemøbler (ej sovesofaer), med stel af træ, polstrede	24236
	Siddemøbler (ej sovesofaer), med stel af metal, polstrede	4400
	Madrasser af cellegummi (skumgummi o.l) el celleplast, med el uden overtræk	0
	Madrasser af cellegummi (skumgummi o.l), med el uden overtræk	577
	Madrasser af celleplast, med el uden overtræk	341
	Madrasser med fjederindlæg (springmadrasser)	1913

Tabel 12 Import af udvalgte produkter, 2003

Kilde: (8)

Tilsvarende er der foretaget et udtræk fra udenrigshandelsstatistikken over eksporten af udvalgte produkter, som må formodes at indeholde polyurethan.

Enhed		
Ton	Polyurethaner, ubearbejdet	0
	Polyurethan af 2,2-(tert-butylimino)diethanol,4,4-methylendicyclohexyldiisocyanat,med indhold af po	3062
	Polyurethaner, ubearbejdet, i.a.n.	3239
	Plader, ark, film, bånd o l af celleplast af polyurethaner, uden underlag, ej selvklæbende	0
	Plader, ark, film, bånd o l af celleplast af polyurethaner af bøjeligt skumplast, uden underlag, ej	1022
	Plader, ark, film, bånd o l af celleplast af polyurethaner, undt af bøjeligt skumplast, uden underla	1306
Ton	Drejestole med højdeindstilling, polstrede, med ryglæn samt hjul el glidefødder	3598
	Siddemøbler, undt camping- og havemøbler, der kan om dannes til senge	5053
	Siddemøbler (ej sovesofaer), med stel af træ, polstrede	16363
	Siddemøbler (ej sovesofaer), med stel af metal, polstrede	4278
	Madrasser af cellegummi (skumgummi o l) el celleplast, med el uden overtræk	0
	Madrasser af cellegummi (skumgummi o l), med el uden overtræk	845
	Madrasser af celleplast, med el uden overtræk	5579
	Madrasser med fjederindlæg (springmadrasser)	2256

Tabel 13 Eksport af udvalgte produkter, 2003

Kilde: (8)

4.3 Konklusion

Interviewene af de 12 behandlingsvirksomheder har ikke bidraget med oplysninger, der kan danne grundlag for estimeringer af de årlige om mængder af affald af og med polyurethan. I stedet er der for udvalgte affaldsprodukter og varegrupper og på grundlag af andre kilder foretaget estimeringer af mængden af polyurethan.

Disse estimeringer er naturligvis forbundet med en vis usikkerhed, men kan dog bidrage til at belyse i hvilken størrelsesorden, man kan forvente affald af polyurethan.

Det har ikke været muligt, at foretage estimeringer af mængden af fleksibelt polyurethan. Der er foretaget udtræk fra Varestatistikken og Udenrigshandelsstatistikken for at få et overblik over hvilke mængder af produkter af eller med polyurethan, som forbruges i Danmark. De to statistikker kan ikke umiddelbart bidrage til at belyse den samlede mængde af polyurethanaffald, men giver dog en klar fornemmelse af, at der specielt for madrasser og møbelhynder kan være tale om betydelige mængder.

4.4 Referencer

1. Udtræk fra ISAG. ISAG er nærmere beskrevet i Miljøstyrelsens vejledning nr. 12, 2002, ISAG – Informationssystem for Affald og Genanvendelse, Miljøstyrelsen, 2002.
2. Miljøvurdering af bortskaffelse af præisolerede fjernvarmerør. Envirotech, 1999.
3. Miljøordningen for biler. www.bilordning.dk
4. Danmarks Statistik. www.dst.dk
5. Bilzonen.dk. www.bilzonen.dk
6. Müll und Abfall nr. 32
7. Storskraldsordninger – øget genbrug og genanvendelse, Miljøprojekt nr. 894, 2004, Miljøstyrelsen 2004
8. Udtræk fra Statistikbanken, Danmarks Statistik, www.dst.dk

5 Teknologier til genanvendelse og anden nyttiggørelse

5.1 Kortlægning af teknologier

Kortlægningen af teknologier til genanvendelse og nyttiggørelse af polyurethanaffald er baseret på dels et litteraturstudium, hvor fact sheets fra ISOPA, European Diisocyanate & Polyol Producers Association, har været den primære kilde og dels på de gennemførte interviews med virksomhederne.

5.2 Muligheder i praksis

Den langt overvejende del af de polyurethanprodukter, der fremstilles i Danmark, er enten stift eller fleksibelt celleplast. En mindre del fremstilles som massive elastomere produkter, hvoraf en begrænset mængde er fremstillet af termoplastiske polyurethaner. Bortset fra disse termoplastiske polyurethaner er alle andre polyurethanprodukter termohærdende materialer, hvilket betyder, at de har en tværbundet struktur. Dette betyder igen, at materialerne ikke kan omsmeltes som langt de fleste andre plastmaterialer.

Dette forhold betyder imidlertid ikke at fx. produktionsspild fra virksomhederne ikke kan genanvendes, men for visse af polyurethanprodukterne begrænser det mulighederne betydeligt.

Produktionsspild fra fremstilling af emner af fleksibelt polyurethanskum ved udskæring fra store blokke har været genanvendt i mange år til nye produkter ved såkaldt rebonding, hvilket vil sige sammenbinding af granuleret materiale under tryk. Hærdningen af binderen foregår som regel ved tilførsel af damp.

I de senere år har en række metoder til nyttiggørelse af produktionsspild fra fremstilling af stift polyurethanskum været afprøvet og nogle metoder finder i dag kommerciel anvendelse i flere lande i Vesteuropa.

Granuleret stift skum kan ved hjælp af en binder sammenbindes under højt tryk til plader. Alternativt kan granulat anvendes direkte som 'olie absorbere' eller indgå som en fraktion ved fremstilling af 'isolerende mørtel'. Fint formalet pulver kan indblandes sammen med nye råvarer til fremstilling af nye polyurethanmaterialer.

Elastomer integralskum kan på grund af sin specielle netværksopbygning genanvendes uden tilsætning af en binder ved kompressionsstøbning under højt tryk og temperatur.

Ved kemolyse kan alle polyurethaner depolymeriseres. Efter yderligere behandling genvindes der forskellige polyoler, som kan anvendes sammen med nye råvarer til fremstilling af nye polyurethanprodukter. Kemolyse, specielt glykolyse, foregår i dag kommercielt i en række vesteuropæiske lande, herunder Danmark

Endelig pågår en række forsøg med såkaldt feedstock recycling af blandede plastfraktioner, hvori polyurethanaffald indgår. Eksempler herpå er pilotanlæg i Storbritannien og Tyskland.

Anden væsentlig nyttiggørelse finder sted i form af energigenvinding fra såvel produktionsspild som udtjente produkter, som det fremgår af Tabel 14.

Rebonded fleksibelt skum og granulat	120.000	t/år ¹⁰
Klæbepressede emner	9.000	t/år
Kemolyse/glykolyse	2.000	t/år
Indblanding af pulver	1.000	t/år
Anvendelse af granulat i andre produkter	7.000	t/år
Energigenvinding i forbrændingsanlæg	110.000	t/år
Anden energigenvinding	1.000	t/år
I alt	ca. 250.000	t/år

Tabel 14 Anslåede mængder af genanvendt eller nyttiggjort polyurethanaffald i Vesteuropa 2000 (1)

5.2.1 Rebonding af fleksibelt skum

Bonded foam eller rebond har været fremstillet stort set siden man begyndte at fremstille fleksibelt polyurethanskum i begyndelsen af 1950'erne. Processen er meget enkel og produkterne kan tilpasses en række forskellige formål. Først og fremmest anvendes bonded foam til polstringsmaterialer lige som nyt materiale. Derudover fremstilles bonded foam i et densitetsspektrum fra 60-300 kg/m³ til bl.a. vibrations- og lyd-dæmpning, tæppeunderlag, emballage og sportsmætter (2, 3).

Processen til fremstilling af bonded foam består af følgende trin:

- Indsamling og sortering af afskær
- Granulering
- Påføring af binder
- Kompression til ønsket densitet og form
- Aktivering af binderen
- Hærdning af binderen
- Eventuel udskæring til ønsket facon

Processen kan enten være batchvis eller kontinuert, Specielt hvor der behandles store mængder til fremstilling af tæppeunderlag, anvendes den kontinuerte proces.

5.2.2 Anvendelse af granulat af fleksibelt skum

En del granulat af fleksibelt skum anvendes direkte til polstring af hynder. Produkterne varierer fra havehynder til møbelpuder, hvor der til sidstnævnte oftest foregår en sortering af granulatet og eventuelt blanding med fjer for at opnå højere siddekomfort.

5.2.3 Klæbepresning af plader

Produktionsspild fra produktion af stift skum eller separeret stift skum fra fx udtjente kølemøbler kan granuleres og efterfølgende sammenbindes i

¹⁰ 50-60.000 t i Europa, mens 60-70.000 t eksporteres til Nordamerika

princippet lige som rebonded fleksibelt skum. Imidlertid anvendes betydeligt højere tryk for at opnå et homogent produkt og der anvendes høj formtemperatur i stedet for damp til hærdeningen (4).

Mens binderen til fremstilling af rebonded foam oftest er en prepolymer baseret på toluendiisocyanat, TDI, og polyol, er binderen til klæbepresning af stift skum baseret på polymer methyldiphenyldiisocyanat, PMDI (4,5).

Produkterne fremstilles oftest i pladefacon i lighed med spånplader, men har væsentlig bedre fugtmodstandsevne end mange træbaserede plader, hvorfor 'genbrugspladerne' oftest anvendes i vådrum og lignende, hvor denne egenskab er efterspurgt.

Procesforhold:	
Anvendt mængde PMDI-binder	5-10 %
Formtryk	20-200 bar
Formtemperatur	op til 200 °C
Materialeegenskaber:	
Bøjestykke	10-20 N/mm ²
Intern sammenbindingstyrke	0,5-2 N/mm ²
Densitet	300-900 kg/m ³
Tykkelsesforøgelse efter 24 h i vand @ 20°C	1 %

Tabel 15 Typiske procesforhold og materialeegenskaber af klæbepressede emner af stift polyurethanskum (4)

5.2.4 Anvendelse af granulat af stift skum som 'olie-absorbere' og til 'mørtel'

Formalet eller granuleret stift polyurethanskum fra produktionsspild eller udtjente produkter har længe været kendt for gode olieabsorberende egenskaber eller mere generelt, absorbere af mange forskellige væsker, der er spildt (6, 7). Således markedsføres polyurethangranulat i flere europæiske lande som 'olie-bindere'.

Polyurethangranulat med op til 1 cm i diameter anvendes ligeledes til fremstilling af 'isolerende mørtel' med cement som binder. Der kan anvendes op til 90% polyurethangranulat i 'mørtelen', der hovedsagelig finder anvendelse til isolering af gulve (6).

5.2.5 Anvendelse af formalet fleksibelt og stift skum sammen med nye råvarer

Produktionsspild og separeret skum fra udtjente produkter af både fleksibelt og stift skum kan formales til en kornstørrelse på omkring 0,05-0,2 mm og tilsættes polyolstrømmen til fremstilling af nyt polyurethanmateriale. I de forsøg, der har været foretaget, er der anvendt mellem 10-15% pulver. Den største ulempe ved denne metode til genanvendelse er, at der kræves specielt indblandings- og doseringsudstyr, da viskositeten af polyolen bliver dramatisk forøget. Derimod er produkternes mekaniske egenskaber ikke væsentligt forringede (8).

5.2.6 Kompressionsstøbning af elastomer integralskum

Elastomer integralskum, som finder sin største anvendelse som polstring inden for automobilspektoren, kan genanvendes ved kompressionsstøbning. Processen består af formaling til fine partikler, 0,5-3 mm, efterfulgt af presning under højt tryk og temperatur.

Der anvendes ved denne proces ikke tilsætning af binder, idet elastomer integralskum er opbygget af bløde og hårde domæner. Ved den pågældende procestemperatur 'smelter' de hårde domæner, idet de er termisk reversible, mens de tværbundne bløde domæner forhindrer ægte smeltning. De bløde segmenter danner imidlertid en matrice, der tillader en orientering og rekonfigurering af de 'smeltede' hårde domæner. Ved afkøling genkrystalliserer de hårde domæner og stabiliserer den nye geometri (9).

Produktegenskaberne er kun lettere forringet i forhold til produkter fremstillet af virgint materiale. Processen har været anvendt kommercielt for BMW i Europa og Chrysler i USA, men anvendes ikke kommercielt i øjeblikket (10).

Procesforhold:	
Partikelstørrelse	0,5-3 mm
Forvarmningstid	1-12 min.
Forvarmningstemperatur	140-150 °C
Formtemperatur	180-195 °C
Afformningstid	1-4 min.
Formtryk	>350 bar
Materialeegenskaber:	
Densitet	1200 kg/m ³
Shore D hårdhed	67
Trækstyrke	33 MPa
Brudforlængelse	143 %
Bøjemodul	613 MPa

Tabel 16 Typiske procesforhold og materialeegenskaber af kompressionsstøbt elastomert materiale (10)

5.2.7 Kemolyse

Ved de forskellige former for kemolyse foregår der en depolymerisering af materialet til mindre molekyler. Ved enkelt-fase glykolyse vindes således polyol og di- eller polyaminer, der er depolymeriseringsproduktet fra den oprindeligt anvendte di- eller polyisocyanat. Ved passende behandling kan di- eller polyaminer viderereageres til en aminopolyol. Den derved fremstillede 'genanvendelsespolyol' kan sammen med virgin polyol anvendes til fremstilling af nyt polyurethan (11,12).

Split-fase glykolyse er udviklet op til pilot skala for MDI-baseret fleksibelt skum. Glykolyseproduktet separeres i to faser:

- Topfraktionen er en fleksibel polyol, som efter oprensning kan anvendes alene til at fremstille nyt fleksibelt skum
- Bundfraktionen reageres med propylenoxid, hvorved der vindes en polyol til fremstilling af stift skum (11).

5.2.8 Feedstock recycling

Hvor polyurethanaffald forligger i en blandet plastfraktion giver det ikke mening at anvende kemolyse. I stedet kan den blandede fraktion anvendes til såkaldt feedstock recycling. Eksempler herpå er pyrolyse og syngasproduktion, men der foregår i Vesteuropa også forsøg med andre metoder (13).

Ved pyrolyse opvarmes den blandede plastfraktion i en inert atmosfære hvorved molekylerne bliver nedbrudt til bl.a. kulbrinter i flydende fase og gasfase. Disse produkter kan efterfølgende indgå i en række petrokemiske processer til et bredt spektrum af forskellige produkter.

Fremstilling af syntetisk gas, syngas, er en to-trins proces, hvor den blandede fraktion opvarmes sammen med luft eller ilt. Derved vindes en gas bestående af kulmonoxid og brint. Denne gas kan anvendes fx til fremstilling af metanol, ammoniak eller oxo-alkoholer.

5.2.9 Energigenvinding i forbrændingsanlæg

En væsentlig del af polyurethanaffaldet nyttiggøres ved energigenvinding i forbrændingsanlæg.

I Vesteuropa er Schweiz, Sverige, Tyskland og Danmark gode eksempler på lande med høje miljøstandarder, hvor denne teknik praktiseres til fremstilling af elektricitet og varme. Den mest effektive energigenvinding opnås hvor forbrændingsanlæggene er forbundet med fjernvarmesystemer til forsyning af varmt vand til forbrugerne eller damp til procesindustrien (14, 15).

I Danmark anvender Aalborg Portland plastaffald, herunder polyurethanaffald, i forbindelse med cementproduktionen, idet plastaffaldet er interessant på grund af sin høje brændværdi (16).

5.3 Anvendte genanvendelsesteknologier og anden nyttiggørelse af polyurethanproduktionsspild i Danmark

Ifølge kortlægningen anslås det, at der fremstilles godt 43.000 t/år polyurethanprodukter i Danmark (2003). Produktionsspildet varierer meget afhængig af hvilke produkter, det drejer sig om. Kortlægningen viser, at det samlede produktionsspild anslås at udgøre godt 6.200 t/år (~14%).

En stor del heraf genanvendes, idet en stor del af produktionsspildet fra fremstilling af emner af fleksibelt polyurethanskum med fordel genanvendes til rebonded foam eller efter granulering til fremstilling af møbel- og havehynder.

Det anslås, at der samlet genanvendes omkring 3.800 t/år¹¹, heraf en mindre del til fremstilling af 'genbrugspolyol' ved glykolyse til fremstilling af nyt stift skum (9). Den resterende mængde polyurethanproduktionsspild nyttiggøres primært i forbrændingsanlæg.

	Vesteuropa 2000 (1)	Danmark 2003 ¹²	
Rebonded fleksibelt skum og granulat	120.000	~3.700	t/år
Anden form for genanvendelse	19.000	~60	t/år
Energigenvinding i forbrændingsanlæg og anden energigenvinding	111.000	~2.400	t/år
I alt	ca. 250.000	ca. 6.200	t/år

Tabel 17 Anslåede mængder af genanvendt eller nyttiggjort polyurethanaffald i Vesteuropa og Danmark

Mængden af polyurethanaffald fra udtjente produkter fra de 3 hovedgrupper, biler, fjernvarmerør og køle- og fryseskabe, anslås til godt 5.200 tons om året.

¹¹ En stor del af produktionsaffaldet fra produktion af emner af fleksibelt polyurethanskum eksporteres til Nordamerika

¹² Polyurethanproduktionsspild

I øjeblikket genanvendes dette polyurethanaffald ikke, men det undersøges hvorledes polyurethanaffald fra specielt udtjente køle- og fryseskabe kan genanvendes.

5.4 Referencer og andre kilder

1. Isopa Fact Sheet: Recycling and Recovering Polyurethanes, Options in Practice, June 2001
2. Isopa Fact Sheet: Recycling and Recovering Polyurethanes, Rebonded Flexible Foam, June 2001
3. Interview med Polytex Skumplastfabrik A/S, april 2004
4. Isopa Fact Sheet: Recycling and Recovering Polyurethanes, Adhesive pressing and Particle Bonding, June 2001
5. Becker/Braun: Kunststoff Handbuch (7) Polyurethane, Carl Hanser Verlag München Wien (1983), p. 604 ff.
6. Isopa Fact Sheet: Recycling and Recovering Polyurethanes, Re-use of Particles, June 2001
7. Interview med Freonfri Prærørsgenbrug ApS, april 2004
8. Isopa Fact Sheet: Recycling and Recovering Polyurethanes, Regrind/Powdering, June 2001
9. W. Rasshofer, U. Liman and J. Wagner, Proceedings of Polyurethanes World Congress; 1991, Nice, p. 636ff.: Material Recycling of RIM-Polyurethanes
10. Isopa Fact Sheet: Recycling and Recovering Polyurethanes, Compression Moulding, June 2001
11. Isopa Fact Sheet: Recycling and Recovering Polyurethanes, Chemolysis, June 2001
12. Interview med Løgstør Rør A/S, maj 2004
13. Isopa Fact Sheet: Recycling and Recovering Polyurethanes, Feedstock Recycling, June 2001
14. Isopa Fact Sheet: Recycling and Recovering Polyurethanes, Energy Recovery from Flexible Foam, June 2001
15. Isopa Fact Sheet: Recycling and Recovering Polyurethanes, Recovery of Rigid Polyurethane Foam from Demolition Waste, June 2001
16. PUR-sektionens årsmøde og temadag, april 2002

Bilag A Spørgeguide til producenter

dato

Stamoplysninger

Navn på virksomhed
Adresse
Post nummer By

Kontaktperson

Telefonnummer
Branche
E-mail

Præsentation af PUR

Polyurethan benævnes i daglig tale PUR, hvilket også er den gængse forkortelse for materialet. Polyurethan er et plastmateriale, der kan have mange forskellige egenskaber, afhængigt af hvilke stoffer, det er sat sammen af og hvilken teknik, der anvendes ved fremstillingen. PUR- skum kan inddeles i følgende 5 overordnede materialekategorier og eksempler på anvendelser:

Stift PUR- skum

Isolering af køle- og fryseskabe
Isolering af fjernvarmerør
Isolering af sandwich byggepaneler
Isolering af kølebiler og -containere

Stift PUR- integralskum

Kabinetter
Valser
Vinduesprofiler

Fleksibelt PUR- skum

Madrasser
Møbepolstring
Vaskeklude
Tekniske artikler

Fleksibelt PUR- integralskum

og elastomerer

Skosåler
Polstring af kontormøbler
Måtter og legeudstyr

Massiv PUR

Kemikaliekar
Pumpehjul
Kabinetter
Skateboard hjul

1. Produktionsproces

Det nedenstående skema giver mulighed for besvarelse af de følgende spørgsmål, uddybende kommentarer kan anføres i kommentarfeltet efter skemaet.

1.1 I hvilke af virksomhedens produkter indgår PUR?

1.2 Hvor meget PUR anvendes på virksomheden. Angiv så vidt muligt på de enkelte produkter.

1.3 Hvilken type PUR indgår i produktionen, hård eller blød (skal det evt. gradueres yderligere)?

1.4 Hvad er den forventede levetid på virksomhedens produkter?

Anvendes produkterne overvejende af private husholdninger eller erhverv?

	Produceres 1.1	Tons 1.2	Hård 1.3	Blød 1.3	Levetid 1.4	Private 1.5	Erhverv 1.5
Stift PUR							
Isolering af køle- og fryseskabe							
Isolering af fjernvarmerør							
Isolering af sandwich byggepaneler							
Isolering af kølebiler							
Isolering af kølecontainere							
Stift PUR integralskum							
Kabinetter							
Valses							
Vinduesprofiler							
Automobildele							
Transportkasser							
Stoleskaller							
Termobokse							
Fleksibelt PUR skum							
Madrasser							
Møbelpolstring							
Vaskeklude, svampe							
Tekniske artikler							
Fleksibelt PUR integralskum og elastomerer							
Skosåler							
Polstring af kontormøbler							
Måtter							
Leggestole							
Automobildele							
Massiv PUR							
Kemikaliekar							
Pumpehjul							
Kabinetter							
Skateboard hjul							

1.6 Kommentarfelt

1.7 Hvor stor en andel udgør PUR af virksomhedens samlede produktion i tons og procent?

1.8 Er der nogle specielle arbejdsmiljø- eller miljømæssige aspekter ved bortskaffelse af PUR?

2. Håndtering af overskydende PUR

2.1 Kan den PUR, der bliver tilovers enten som produktionsspild eller fejlproduktion genanvendes/nyttiggøres i ny produktion? Og hvis ja hvordan? (hvilke processer)

2.2 Hvor stor en mængde PUR i tons fra produktionen ender som affald?

2.3 Hvor stor en procentdel bliver genanvendt/nyttiggjort i "ny produktion" og hvor stor en del ender som affald?

2.5 Hvad er det der gør at det evt. kan betale sig at genbruge PUR, er det høje råvarepriser eller dyr affaldsbortskaffelse?

3. Bortskaffelse af PUR

3.1 Hvordan bortskaffes PUR når det er endt som affald?

- til hvilken type affaldsbehandling
- sammen med hvilke andre kasserede materialer

3.2 Hvordan håndteres PUR på virksomheden, separat eller sammen med andre kasserede materialer?

3.3 Ender PUR som "ren" fraktion i affaldsbortskaffelsen, eller indgår den som del af et produkt?

3.4 Hvis PUR indgår i et produkt er det da PUR indholdet der afgør hvilken behandling affaldet får?

4. Andet

4.1 Kender I til anlæg eller teknologier der genanvender PUR?

4.2 Hvilke muligheder ser I for genanvendelse af PUR fra jeres virksomhed?

--

5. Omkostninger

5.1 Hvilke omkostninger er der ved virksomhedens håndtering af PUR i affaldsstrømmen?

- fordelt på intern håndtering, transport og evt. behandling

--

Bilag B Spørgeguide til behandlere

dato

Stamoplysninger

Navn på virksomhed	
Adresse	
Post nummer	By

Kontaktperson

Telefonnummer
Branche
E-mail

Præsentation af PUR

Polyurethan benævnes i daglig tale PUR, hvilket også er den gængse forkortelse for materialet. Polyurethan er et plastmateriale, der kan have mange forskellige egenskaber, afhængigt af hvilke stoffer, det er sat sammen af og hvilken teknik, der anvendes ved fremstillingen. PUR- skum kan inddeles i følgende 5 overordnede materialekategorier og eksempler på anvendelser:

Stift PUR- skum

Isolering af køle- og fryseskabe
Isolering af fjernvarmerør
Isolering af sandwich byggepaneler
Isolering af kølebiler og -containere

Stift PUR- integralskum

Kabinetter
Valser
Vinduesprofiler

Fleksibelt PUR- skum

Madrasser
Møbepolstring
Vaskeklude
Tekniske artikler

Fleksibelt PUR- integralskum

og elastomerer
Skosåler
Polstring af kontormøbler
Måtter og legeudstyr

Massiv PUR

Kemikaliekar
Pumpehjul
Kabinetter
Skateboard hjul

1. Materialer og mængder

Det nedenstående skema giver mulighed for besvarelse af de følgende spørgsmål, uddybende kommentarer kan anføres i kommentarfeltet efter skemaet.

1.1 Nedenstående skema viser produkter der indeholder PUR, hvilke af nedenstående produkter modtager virksomheden?

1.2 Hvor store mængder af disse produkter modtager virksomheden om året?

1.3 Hvordan behandles de forskellige typer produkter

	Modtages 1.1	Mængde i tons 1.2	Mængde i stk. 1.2	Behandling 1.3
Stift PUR				
Isolering af køle- og fryseskabe				
Isolering af fjernvarmerør				
Isolering af sandwich byggepaneler				
Isolering af kølebiler				
Isolering af kølecontainere				
Stift PUR integralskum				
Kabinetter				
Vauser				
Vinduesprofiler				
Automobildele				
Transportkasser				
Stoleskaller				
Termobokse				
Fleksibelt PUR skum				
Madrasser				
Møbelpolstring				
Vaskeklude, svampe				
Tekniske artikler				
Fleksibelt PUR integralskum og elastomerer				
Skosåler				
Polstring af kontormøbler				
Måtter				
Legestyr				
Automobildele				
Massiv PUR				
Kemikaliekar				
Pumpehjul				
Kabinetter				
Skateboard hjul				

1.4 Kommentarfelt

1.5 Er der nogle specielle arbejdsmiljømæssige aspekter ved håndtering af produkter med PUR?

1.6 Modtages 'rene' læs PUR- affald fra fx produktionsvirksomheder?

2. Behandling

2.1 Modtages der PUR i en ren fraktion, eller indgår det altid som del af et produkt?

2.2 Hvordan sluthåndteres PUR- fraktionen i ren form?

2.3 Hvor afsættes PUR, der har gennemgået behandling?

3. I tilfælde af at PUR behandles på et oparbejdningsanlæg

3.1 Hvordan behandles PUR?

3.2 Kan det betale sig at genanvende PUR? Og i givet fald hvorfor?

3.3 Downcycles PUR eller holdes kvaliteten efter oparbejdning?

3.4 Hvad kan PUR bruges til efter det har gennemgået behandling på jeres virksomhed?

4. Andet

4.1 Kender I til anlæg eller teknologier der genanvender PUR? I givet fald hvilke og hvordan?

4.2 Hvilke muligheder ser I for genanvendelse af PUR fra jeres virksomhed?

5. Omkostninger

5.1 Hvad er prisen for behandling af PUR?

Bilag C Behandling af PUR fraktioner

Kategori	Behandlede fraktioner m. PUR	Behandling	Afsætning af behandlet produkt
Behandling af køleskabe	Køle- og fryseskabe, kølediske/paneler, kølerum, kølerumsisolering	Aftapper CFC fra køleanlæg og kompressor, fjerner kontakter mv, shredder kølemøblerne og opdeler i plast, metal og PUR. PUR afgasses i shredderprocessen og opkunningsmidlet opsamles med henblik på destruktion	PUR granuleres til meget fint pulver i processen. Sendes pt. Til forbrænding. Der er afsætningsmuligheder i Tyskland, men transporten er for dyr. Muligheder for presning eller bonding, der ville nedsætte transportomkostninger undersøges løbende
Behandling af præisolerede fjernvarmerør	Fjernvarmerør	Rørene skrælles og metal, plastik og PUR adskilles. PUR'en afgasses og ca. 50-60% af drivmidlet opsamles til destruktion på Kommunekemi.	PUR granuleres til meget fint pulver i processen. Sendes pt. Til forbrænding. Muligheder for genanvendelse undersøges
	Fjernvarmerør	Rørene skrælles og metal, plastik og PUR adskilles. PUR oparbejdes i glycolyseanlægget eller sendes til forbrænding	PUR indgår i egen produktion af fjernvarmerør
Behandling af udtjente køretøjer og andre fraktioner	Biler	Bilerne demonteres i de dele, der er krav om: elektroniske produkter, diverse væsker, kofangere. Resten shreddes og metallet sorteres fra til genanvendelse. Restfraktionen deponeres	PUR deponeres sammen med restfraktionen fra shredding
	Biler og kølemøbler Skum og springemadrasser	Shredning med henblik på genanvendelse af metaller. Skum og en del plast går til deponering eller forbrænding	PUR identificeres ikke, men skum og en del plast går til deponering eller forbrænding
	Biler	Bilerne demonteres i de dele, der er krav om: elektroniske produkter, diverse væsker, kofangere. Resten shreddes og metallet sorteres fra til genanvendelse. Restfraktionen deponeres	PUR deponeres sammen med restfraktionen fra shredding
Behandling af shredderaffald	Shredderaffald af køle- og fryseskabe, vinduesprofiler, biler, skateboard hjul	Frasorterer metal mekanisk og manuelt. Kan ses op til 50% skum/plast i fraktioner <100 mm. Vil kræve håndsortering, at sortere det fra	Restfraktion afleveres til affaldsselskab til forbrænding eller deponering
Sorteringsanlæg for erhvervsaffald	Blandede fraktioner af erhvervsaffald. Fx møbler, madrasser, tæpper, vinduesprofiler	En kontorstol vil gå til oparbejdning af jern/metal Madrasser og tæpper frasorteres og sendes til genanvendelse hos andre virksomheder.	PUR/skum i mindre stykker sendes til forbrænding
	Køle- og fryseskabe Fjernvarmerør Kølerum Vinduesprofiler Storskrald Andet B&A affald	Kølemøbler sendes til affaldsselskab. Udsortering af genanvendeligt affald. Resten til deponering	Deponering
	Blandede fraktioner af erhvervsaffald og B&A affald, herunder vinduesprofiler	Udsortering af genanvendelige fraktioner. Der er ikke særlig fokus på PUR	Forbrænding
	Køle- og fryseskabe Polstrede kontormøbler	Kølemøbler oparbejdes i Tyskland Møbler afsættes til en iernhandler	
Direkte genanvendelse	Afskær fra produktion af fleksibelt PUR	Granulerer og rebonder til enten blokke eller formstøbte hynder eller tekniske artikler	I Danmark og Europa til møbelindustri, ventilationsindustri og til støjdemning

Bilag D Ordliste

CFC	Chlorfluorcarboner
EEE	“Electrical and Electronic Equipment”
HCFC	Hydrochlorfluorcarboner
PFC	Perfluorcarboner
PUR	Polyurethan
RoHS- direktivet	Direktiv om “Restriction of the use of certain Hazardous Substances in Electrical and Electronic Equipment”
SF6	Svovlhexafluorid
WEEE- direktivet	Direktiv om “Waste Electrical and Electronic Equipment”