

Miljøprojekt Nr. 798 2003

Muligheder for genanvendelse af EPS

Nils H. Nilsson
Teknologisk Institut

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

FORORD	5
SAMMENFATNING	7
SUMMARY	11
1 METODEBESKRIVELSE	15
1.1 UNDERSØGELSE AF MARKEDET FOR EKSISTERENDE METODER TIL GENANVENDELSE AF EPS	15
1.2 MULIGHEDER FOR AT ANVENDE ET ELLER FLERE GENANVENDELSESSYSTEMER I DANMARK	16
<i>Miljømæssig analyse</i>	16
<i>Økonomisk analyse</i>	16
2 KORT OM EPS	17
2.1 FYSISKE OG KEMISKE EGENSKABER FOR EPS	17
2.2 FREMSTILLING AF EPS	17
2.2.1 <i>Fremstilling af råmateriale til EPS</i>	17
2.2.2 <i>Fremstilling af EPS fra råmateriale</i>	18
<i>Forekspansion</i>	18
<i>Mellemlagring</i>	18
<i>Slutekspansion</i>	19
2.3 ANVENDELSE AF EPS	19
2.3.1 <i>Emballage</i>	19
2.3.2 <i>Byggematerialer</i>	19
2.3.3 <i>Andet</i>	19
3 GENANVENDELSE AF EPS I DANMARK	21
3.1 EPS INTERNATIONAL RECYCLING AGREEMENT	21
3.2 GENANVENDELSE AF EPS I DANMARK	21
3.2.1 <i>EPS-producenter i Danmark samt plastindustriens returordning</i>	21
3.2.2 <i>Danske renovationselskaber og genbrugsfirmaer</i>	24
3.2.3 <i>Danske producenter og leverandører af udstyr til genanvendelse af EPS</i>	25
3.3 TIDLIGERE ERFARINGER/FORSØG I DANMARK	26
3.3.1 <i>Indsamlede mængder til genanvendelse</i>	26
3.4 SAMMENFATNING	27
4 GENANVENDELSE AF EPS I UDLANDET	29
4.1 RESULTATET AF DATABASESØGNING	29
4.1.1 <i>Indsamlingsordninger</i>	29
<i>Sammenfatning</i>	32
4.1.2 <i>Teknikker</i>	32
4.1.3 <i>Økonomi</i>	34
4.1.4 <i>Afsætning</i>	34
4.1.5 <i>Miljø</i>	34
4.2 SAMMENFATNING	34

5	POTENTIELLE MULIGHEDER FOR ØGET GENANVENDELSE KONTRA FORBRÆNDING AF EPS I DANMARK	37
5.1	VALG AF SYSTEMER FOR HVILKE DER SKAL FORETAGES EN MILJØØKONOMISK VURDERING	37
	<i>Valg af scenarier</i>	38
6	MILJØMÆSSIG VURDERING AF GENANVENDELSE KONTRA FORBRÆNDING AF EPS I DANMARK	41
6.1	MILJØØKONOMISKE DATA	41
6.1.1	<i>Fremstilling af virgin EPS</i>	41
6.1.2	<i>Fremstilling af EPS-produkter</i>	41
6.1.3	<i>Forbrænding af EPS</i>	42
6.1.4	<i>Indsamling og transport</i>	43
6.1.5	<i>Anlæg til genanvendelse</i>	44
6.1.6	<i>Elproduktion i Danmark</i>	45
6.1.7	<i>EPS indsamlet til forbrænding</i>	46
6.1.8	<i>Plastindustriens indsamlingsordning</i>	47
6.1.9	<i>EPS indsamlet til hulrumisolering</i>	48
6.1.10	<i>EPS indsamlet til eksport til regenerering til PS</i>	48
6.2	SCENARIER	51
7	SAMMENFATTENDE VURDERING FOR MULIGHEDERNE FOR ØGET GENANVENDELSE AF EPS I DANMARK	53
7.1	SAMMENSTILLING AF DE TRE SCENARIER	53
7.2	KONKLUDERENDE BEMÆRKNINGER	54
8	LITTERATURLISTE	57

Bilag A
Spørgskemaer

Forord

Projektet "Muligheder for genanvendelse af EPS (Ekspanderet PolyStyren)" er gennemført i perioden oktober 2001 til august 2002.

Projektets formål har været at undersøge og vurdere mulighederne for øget genanvendelse af EPS i Danmark i forhold til miljø, økonomi og teknik.

Projektet er finansieret af "Miljørådet for renere produkter".

Projektorganisationen har bestået af en følgegruppe med repræsentanter fra KL, Reno-Sam, Plastindustrien i Danmark, Teknologisk Institut og Miljøstyrelsen med Miljøstyrelsen som formand.

Projektet er gennemført af Teknologisk Institut.

Sammenfatning

Det er projektets formål overordnet at vurdere mulighederne for genanvendelse af EPS i Danmark.

Projektet er inddelt i en række faser der afspejles i opbygningen af denne rapport.

Faserne er følgende:

- Metodebeskrivelse
- Kort om EPS
- Genanvendelse af EPS i Danmark
- Genanvendelse af EPS i udlandet
- Potentielle muligheder for øget genanvendelse kontra forbrænding af EPS i Danmark
- Miljømæssig vurdering af genanvendelse kontra forbrænding af EPS i Danmark
- Sammenfattende vurdering af mulighederne for øget genanvendelse af EPS i Danmark.

Metodebeskrivelse

Ved undersøgelsen af markedet for eksisterende metoder til genanvendelse af EPS er der ved udvælgelsen af kriterier og kilder til information lagt vægt på at der er tale om fuldskalaindsamlingsystemer og anlæg i kontinuerlig drift. Der er ved udvælgelsen og beskrivelsen af eksisterende metoder lagt særlig vægt på at afsætningen af EPS til genanvendelse er dokumenteret.

Internettet og Plastindustrien i Danmark, EPS-sektionen, samt kontakter til udstyrsleverandører og indsamlere har været grundlaget for undersøgelsen af markedet for eksisterende metoder og afsætning af EPS til genanvendelse.

Med baggrund i danske forhold (affaldsmængder, sammensætning, indsamlingssystemer) er der foretaget en vurdering af mulighederne for genanvendelse af EPS baseret på en miljøøkonomisk analyse. Der er ved analysen taget udgangspunkt i en sammenligning af genanvendelse, forbrænding og nyfremstilling af EPS. Det skal påpeges at der i relation til projektets økonomiske ramme kun er tale om en overordnet miljøøkonomisk analyse.

Den miljømæssige analyse omfatter teknologier til:

- Fremstilling af EPS-råvare
- Fremstilling af EPS-produkt
- Forbrænding af EPS
- Genanvendelse af EPS
- Indsamling til genanvendelse/forbrænding.

Ressourceparametrene omfatter energi i form af el og fossilt brændsel. Emissionsparametrene omfatter CO₂, SO₂, NO_x.

Den økonomiske analyse er udelukkende gennemført som en virksomhedsøkonomisk vurdering på danske virksomheder. Der er således ikke foretaget en samfundsøkonomisk vurdering.

Kort om EPS

Forsyningen af EPS-emballage i Danmark er i Emballageforsyningen i Danmark 2000 opgjort til 4.985 tons, heraf 2.769 tons salgsemballager og 2.216 tons transportemballager.

Der findes ingen opgørelser over den danske forsyning af de enkelte EPS-embalageprodukter.

Der findes heller ingen opgørelse over den danske forsyning af EPS-isoleringsmaterialer, men den danske produktion udgør i 2001 ca. 9.000 tons, og import og eksport vurderes at være ubetydelig.

En lille del, ca. 5 %, af den samlede mængde produceret EPS i Danmark anvendes til forskellige fritidsartikler.

Genanvendelse af EPS i Danmark

Der er taget kontakt til EPS-producenterne i Danmark, renovationsselskaber og genvindingsfirmaer som indsamler og genbruger EPS, samt producenter af udstyr til genanvendelse af EPS.

EPS-sektionen, Plastindustrien i Danmark, har etableret en frivillig tilbagetagingsordning for brugt EPS-embalage fra EPS-producenternes kunder. I 2001 blev der iflg. Plastindustrien indsamlet 480 tons EPS til genanvendelse.

Genanvendelsen af EPS i Danmark er begrænset. I 2000 blev der genanvendt 116 tons EPS. Genanvendelsen har været stigende, og Plastindustrien vurderer at genanvendelsen i 2001 var ca. 480 tons.

Genanvendelsen sker primært via RUNI EPS Recycling Aps, sekundært gennem Plastindustriens returordning.

Der findes ingen virksomheder i Danmark der regenererer EPS til PS.

Der anvendes ikke EPS som tilsætning til beton og tegl, ligesom der kun i begrænset omfang anvendes EPS som jordforbedringsmiddel.

Granuleret EPS-embalage har i et begrænset omfang tidligere i Danmark været brugt som hulrumisolering, men nye standarder og krav til hulrumisolering har stort set stoppet denne anvendelse.

Genanvendelse af EPS i udlandet

Der er stor forskel på hvad der sker i udlandet vedr. indsamling og genanvendelse af EPS. Graden af indsamling og genanvendelse afhænger bl.a. af infrastrukturen, eksisterende indsamlingssystemer og genanvendelses anlæg, typen af energiproduktion (forbrænding) samt tilskud/afgifter ved bortskaffelse af affald.

I mange af de industrialiserede lande foregår der indsamling og genanvendelse af EPS i større eller mindre udstrækning. Nogle lande har opbygget eller udvidet eksisterende genanvendelsessystemer til også at omfatte EPS. Det gælder bl.a. Tyskland, Norge, USA og Japan.

De fleste lande indsamler kun "rent" EPS-emballage, dvs. EPS der ikke har været anvendt i forbindelse med detailsalg af fødevarer.

Genanvendelse af EPS er ofte styret af de muligheder der er for samarbejde med virksomheder hvortil EPS kan afsættes. I udlandet genanvendes EPS til bl.a. produktion af videokassetter, kontorartikler, bøjler, jordforbedring, dræn, letvægtsbeton og vejelementer, fartbump, isolering og støjisolering, pakkefyld, havemøbler, blomsterkasser, pottebakker og energiproduktion.

Indsamling og genanvendelse af EPS sker typisk ved at virksomheder kan aflevere rent EPS-emballage på centralt placerede indsamlingssteder. Her sorteres materialet, og det meget rene materiale kan derefter indgå i produktion af nye EPS-produkter. Det meget forurenede materiale komprimeres og tilføres forbrændingsanlæg eller deponi, mens resten efter komprimering transporteres til et regenereringsanlæg hvor det oparbejdes til PS-råvare.

Der er ikke fundet kommercielt tilgængelige specielle teknikker til genanvendelse af EPS.

Potentielle muligheder for øget genanvendelse kontra forbrænding af EPS i Danmark

Det er i projektets følgegruppe besluttet at gennemføre den miljøøkonomiske analyse på nedenstående tre scenarier.

Tabel 0.1 scenarier (Tons)

	Scenario 1 Udgangssituation	Scenario 2	Scenario 3
Totalt potentiale	4.985	4.985	4.985
Indsamlingspotentiale	4.000	4.000	4.000
Genanvendelse	480	1.200	2.000
Forbrænding i alt	4.505	3.785	2.985
Genbrugsprodukter			
Plastindustriens indsamlingsordning			
Tilsætning ny produkter	0	400	400
Eksport	80	0	0
Indsamling til eksport			
Regenerering til PS	400	800	1.600
Forbrugsændring af EPS/PS, virgine råvarer	÷ 480	÷1.200	÷ 2.000

Scenario 1

Scenario 1 beskriver udgangssituationen (nu situationen) (2001). 4.505 tons tilføres forbrænding

Scenario 2

I scenario 2 øges genanvendelsen fra 480 tons til 1.200 tons, og 3.785 tons tilføres forbrænding.

Scenario 3

I scenario 3 øges genanvendelsen til 2.000 tons og 2.985 tons tilføres forbrænding.

Miljømæssig vurdering af genanvendelse kontra forbrænding af EPS i Danmark

Som baggrund for gennemregning af de tre scenarier er der fundet miljøøkonomiske data for:

- Fremstilling af virgin EPS-råvare
- Fremstilling af EPS-produkter
- Forbrænding af EPS
- Indsamling og transport af EPS
- Anlæg til genanvendelse af EPS
- Elproduktion i Danmark.

Desuden er der gennemregnet miljøøkonomiske data for:

- EPS indsamlet til forbrænding
- EPS indsamlet gennem Plastindustriens indsamlingsordning
- EPS indsamlet til eksport til regenerering til PS.

Sammenfattende vurdering af mulighederne for øget genanvendelse af EPS i Danmark

I Tabel 0.2 er vist forskydninger i scenario 2 og 3 i forhold til scenario 1.

Tabel 0.2 forskydninger i scenario 2 og 3 i forhold til scenario 1

	Scenario 2	Scenario 3
Energiforbrug TJ	÷ 37,688	÷ 79,080
<i>Emissioner:</i>		
CO2 tons	÷ 3.842,0	÷ 7.929,0
SO2 tons	÷ 6,3	÷ 12,8
NOx tons	÷ 8,5	÷ 17,6
CO tons	÷ 7,9	÷ 16,8
Samlede omk. mio. kr.	÷ 1,17	÷ 3,11

Som det fremgår af Tabel 0.2, er der i både scenario 2 og 3 tale om væsentlige gevinster på de anvendte miljøfaktorer og mindre gevinster på den samlede virksomhedsøkonomi.

At der er tale om gevinster på alle miljøfaktorer, skyldes i al væsentlighed at der ved forbrænding kun genvindes 29 MJ/kg EPS der forbrændes, mens der til fremstilling af virgin EPS-råvare forbruges 84 MJ/kg.

Det er også værd at bemærke at energiforbrug og emissioner fra indsamling og transport kun udgør en meget beskedne andel af det samlede energiforbrug og de samlede emissioner.

Den virksomhedsøkonomiske besparelse er synlig, men er omfattet af en væsentlig usikkerhed, specielt vedr. indsamlingsomkostninger. Besparelsen udgøres af både reducerede omkostninger til bortskaffelse af EPS til forbrænding hos affaldsproducenterne, men også af besparelser hos producenterne af EPS-produkter til indkøb af virgine råvarer.

I scenarierne indgår der forskellige indsamlingsordninger og mange forarbejdningsanlæg med lav udnyttelsesgrad. Ved en evt. iværksættelse af en øget indsamling af EPS til genanvendelse vil det være naturligt at forsøge at samle de eksisterende ordninger i én ordning med følgende øget effektivitet og øgede virksomhedsøkonomiske resultater.

Summary

The main purpose of this project is to evaluate the possibilities of recycling EPS in Denmark. The project has been divided into a number of phases, which are listed hereunder:

The phases are as follows:

- Method description
- Brief description of EPS
- Recycling of EPS in Denmark
- Recycling of EPS abroad
- Possibility of increased recycling rather than incineration of EPS in Denmark
- Environmental assessment of recycling versus incineration of EPS in Denmark
- Summarised assessment of the possibilities of increased recycling of EPS in Denmark.

Method Description

In researching existing methods for recycling EPS, an important factor in deciding the criteria and information sources was the fact that complete-scaled collection schemes and facilities in continuous operation were used. The selection and description of existing methods placed particular importance on the fact that the sale of EPS recycling is documented.

The Internet and the Danish Plastics Industry (EPS Section) as well as consultations with equipment suppliers and collectors form the basis of this market research on existing methods and sale of EPS for recycling purposes.

Focussing on Danish criteria (amount of waste, composition, collection schemes), an assessment has been made of the possibilities of recycling EPS on an environmental-economic basis. The analysis is a comparison of recycling, incineration and of newly-manufactured EPS. It is important to note that due to financial limitations an in-depth environmental-economic study was not carried out.

The environmental analysis comprises technologies for:

- Production of EPS raw material
- Production of EPS product
- Incineration of EPS
- Recycling of EPS
- Collection for recycling/incineration.

The resources parameters are energy (in the form of electricity) and fossil fuel. The emission parameters include CO₂, SO₂ and NO_x.

The economic analysis was carried out solely as a business-economic assessment of Danish enterprises. This means that a social-economic assessment was not carried out.

1.1.1.1 A Brief Description of EPS

The Danish Packaging Industry has estimated that the supply of Danish EPS packaging material in Y/E 2000 amounted to a total of 4,985 tons, composed of 2,769 tons of sales packaging and 2,216 tons of transportation packaging, respectively.

Statistical data on the Danish output of each individual EPS packaging product is not available.

Neither does data exist on the Danish output of EPS insulating material. However, the Danish production in Y/E 2001 amounted to approx. 9,000 tons. Import and export are considered as being insignificant.

Only about 5 per cent of EPS produced in Denmark is used for various leisure time articles.

1.1.1.2 Recycling of EPS in Denmark

Information was supplied by Danish EPS manufacturers, refuse companies and recycling companies, which collect and recycle EPS, and by manufacturers of equipment for EPS recycling.

The EPS section of the Danish Plastics Industry has established a voluntary return arrangement for used EPS packaging material from the EPS manufacturers' customers. According to the Plastics Industry, 480 tons of EPS was collected for recycling purposes during 2001.

According to the Plastic Industry the recycling of EPS in Denmark is quite limited. In 2000 116 tons of EPS were recycled. The recycling has been growing and the Danish Plastics Industry judges that the recycling in 2001 was approx. 480 tons.

Primarily recycling is carried out through the RUNI EPS Recycling Aps - secondarily by the voluntary return arrangement of the plastics industry.

No Danish companies convert EPS into PS.

No EPS is added to concrete and tiles. Only to a small extent is EPS used in soil improvement.

Granulated EPS packaging material was previously used to a small extent as cavity wall insulation in Denmark. However, new standards and requirements for cavity wall insulation have almost put a stop to this form of application.

Recycling of EPS Abroad

The collection and recycling of EPS abroad vary substantially. Collection and recycling depend among other things on the infra structure, existing collection schemes and recycling facilities, type of energy production (incineration) as well as subsidies/taxes on waste disposal.

In industrialised countries, the collection and recycling of EPS varies considerably. Some countries have built or expanded existing recycling facilities so that EPS may be included. This is the case in Germany, Norway, USA, and Japan.

Most countries only collect "clean" EPS packaging material, that is EPS, which has not been used in connection with the retail sale of food products.

The recycling of EPS is often influenced by the co-operation of companies to which EPS can be sold. Abroad EPS among other things is recycled for the production of video cassettes, office articles, (clothes) hangers, soil improvement, drainage schemes, lightweight concrete and road elements, speed reductions, insulation and noise insulation, packaging filling, garden furniture, flowers cribs, pot trays and energy production.

The collection and recycling of EPS typically takes place when the companies bring clean EPS packaging material to centrally placed collection centres. Here the material is sorted. The very clean material can then be used in the production of new EPS products. The very polluted material is compressed and taken to the incineration plant or landfill. The remaining part (after compression) is transported to regeneration facilities where it is converted into PS raw material.

No commercially viable special techniques for the recycling of EPS have been found.

Possibility of Increased Recycling rather than Incineration of EPS in Denmark

The project group decided to carry out the environmental-economic analysis of the three scenarios listed below.

Table 1 scenarios (tons)

	Scenario One Starting situation	Scenario Two	Scenario Three
Total potential	4,985	4,985	4,985
Collection potential	4,000	4,000	4,000
Recycling	480	1,200	2,000
Total incineration	4,505	3,785	2,985
Recycling products			
<u>Collection scheme of the plastics industry</u>			
Addition new products	0	400	400
Export	80	0	0
<u>Collection for export</u>			
Regeneration into PS	400	800	1,600
Consumption change of EPS/PS, virgin raw materials	÷ 480	÷1,200	÷ 2,000

1.1.1.3 Scenario One

Scenario one states the situation in Y/E 2001, 4,505 tons are sent for incineration.

1.1.1.4 Scenario Two

In scenario two the recycling is increased from 480 tons to 1,200 tons, while 3,785 tons are taken away for incineration.

Scenario Three

In scenario three the recycling is increased to 2,000 tons and 2,985 tons are conveyed for incineration.

Environmental Assessment of Recycling versus Incineration of EPS in Denmark

Environmental-economical data has been established for:

- Production of virgin EPS raw materials
- Production of EPS products
- Incineration of EPS
- Collection and transport of EPS
- Facilities for recycling of EPS
- Electricity production in Denmark.

In addition, environmental-economic data has been calculated for:

- EPS collected for incineration
- EPS collected through the collection scheme of the Plastics Industry
- EPS collected for export purposes for regeneration into PS.

Summarised Assessment of the Possibilities of Increased Recycling of EPS in Denmark

Table 2 shows variations in scenarios two and three compared with scenario one.

Table 2 Variations in scenario two and three compared with scenario one

	Scenario two	Scenario three
Energy consumption TJ	÷ 37.688	÷ 79.080
<i>Emissions:</i>		
CO2 tons	÷ 3,842.0	÷ 7,929.0
SO2 tons	÷ 6.3	÷ 12.8
NOx tons	÷ 8.5	÷ 17.6
CO tons	÷ 7.9	÷ 16.8
Total costs million. DKK	÷ 1.17	÷ 3.11

As it appears from Table 2, both scenario two and three show substantial gains on the applied environmental factors and minor gains on the total business economics.

The reason why all environmental factors reflect a gain is essentially due to the fact that only 29 KJ/kg of EPS is recycled when burnt, whereas the production of virgin EPS raw material consumes 84 MJ/kg.

It is remarkable that energy consumption and emissions from collection and transport only account for an insignificant portion of total energy consumption and total emissions.

The economic saving is noticeable, but there is substantial uncertainty, in particular with regard to collection costs. The saving is made up of reduced costs for the disposal of EPS for incineration at the waste producers, as well as of savings at the producers of EPS products for the purchase of virgin raw material.

The scenarios include different collection schemes and some processing facilities with low utilisation degree. Increased collection of EPS for recycling purposes would normally lead to efforts to unify the current schemes with consequent increased efficiency and economic results.

1 Metodebeskrivelse

1.1 Undersøgelse af markedet for eksisterende metoder til genanvendelse af EPS

Ved undersøgelse af markedet for eksisterende metoder til genanvendelse af EPS er der ved udvælgelsen af kriterier og kilder til information lagt vægt på at der er tale om fuldskalaindsamlingsystemer og anlæg i kontinuerlig drift. Der er ved udvælgelsen og beskrivelsen af eksisterende metoder lagt særlig vægt på at afsætningen af EPS til genanvendelse er dokumenteret. Metodebeskrivelserne har taget udgangspunkt i den internationale udvikling med særlig fokus på Europa og omfatter følgende punkter:

- Indsamlingssystemer for affaldsprodukter af EPS
- Teknik
- Økonomi
- Afsætning
- Miljø.

Internettet og et indledende møde med Plastindustrien i Danmark, EPS-sektionen, samt kontakter til udstyrsleverandører og indsamlere har været grundlaget for undersøgelsen af markedet for eksisterende metoder og afsætning af EPS til genanvendelse. Via de etablerede kontakter til EPS-producenterne i Danmark, udstyrsleverandører, renovationselskaber og genvindingsfirmaer som indsamler og genbruger EPS, er der fremkommet oplysninger og nye kontakter som er blevet brugt i den videre søgning.

Internettet er blevet brugt til at få overblik over indsamling og genanvendelse af EPS i udlandet. Følgende søgemaskiner er blevet benyttet:

- AllTheWeb
- AltaVista
- Google.

Der er søgt på følgende søgeord:

- EPS
- Expanded polystyrene
- EPS recycling
- Expanded polystyrene recycling
- Recycling equipment
- Styropor.

Ved søgningen på de forskellige søgemaskiner og søgeord er der fundet mellem 1.500 og 600.000 søgeresultater. En del af søgeresultaterne henviste til forskellige dokumenter på den samme hjemmeside, og andre havde ikke noget at gøre med hverken EPS eller genbrug af EPS. Dette indsnævrede det videre arbejde, men det har i sagens natur ikke været muligt eller hensigtsmæssigt at gennemgå samtlige søgeresultater inden for projektets rammer.

Nogle af hjemmesiderne er blevet brugt som afsæt for videre søgning via links og søgemuligheder på hjemmesiden. Det gælder bl.a. www.epsrecycling.org (International EPS Alliance), www.epspackaging.org (Alliance of Foam Packaging Recyclers), www.bpf.co.uk (British Plastics Federation), www.grn.com (Global Recycling Network) og www.pacia.org.au (Plastics and Chemicals Industries Association Inc.).

Desuden er der hentet information om systemerne i Norge, Sverige og Tyskland på siderne hhv. www.plastretur.no, www.plastkretsen.se, www.eps-retur.se og www.dkr.de.

1.2 Muligheder for at anvende et eller flere genanvendelsessystemer i Danmark

Med baggrund i danske forhold (affaldsmængder, sammensætning, indsamlingssystemer) er der foretaget en vurdering af mulighederne for genanvendelse af EPS baseret på en miljøøkonomisk analyse. Der er ved analysen taget udgangspunkt i en sammenligning af genanvendelse, forbrænding og nyfremstilling af EPS. Det skal påpeges at der i relation til projektets økonomiske ramme kun er tale om en overordnet miljøøkonomisk analyse.

Miljømæssig analyse

Den miljømæssige analyse omfatter teknologier til:

- Fremstilling af EPS-råvare
- Fremstilling af EPS-produkt
- Forbrænding af EPS
- Genanvendelse af EPS
- Indsamling til genanvendelse/forbrænding.

Ressourceparametrene omfatter energi i form af el og fossilt brændsel. Emissionsparametrene omfatter CO₂, SO₂ og NO_x.

Ved fremstilling, forarbejdning og bortskaffelse af polystyren er der risiko for emissioner af styren og styrenoxid. Disse stoffer anses for at være kræftfremkaldende, men emissionerne af styren og styrenoxid er ikke bekendte størrelser.

Ved fremstilling af EPS-produkter sker der emission af pentan. Pentan betragtes hverken som en drivhusgas, som ozonnedbrydende eller som bidragyder til forurening.

Økonomisk analyse

Den økonomiske analyse er udelukkende gennemført som en virksomhedsøkonomisk vurdering på danske virksomheder. Der er således ikke foretaget en samfundsøkonomisk vurdering.

Den virksomhedsøkonomiske analyse omfatter følgende:

- Indsamling og transport til forbrænding, oparbejdning i Danmark eller eksport
- Oparbejdning i Danmark
- Forbrænding.

2 Kort om EPS

Dette kapitel vil give en kort beskrivelse af EPS og dets egenskaber, fremstilling og anvendelsesområder.

2.1 Fysiske og kemiske egenskaber for EPS

Polystyren (PS) der er grundpolymeren for ekspanderet polystyren, er et stift transparent plastmateriale med glasovergangstemperatur ved ca. 95 °C. Ekspanderet polystyren (EPS) har en meget lav rumvægt på 10–100 kg/m³ sammenlignet med polystyren der har rumvægt på 1.040–1.090 kg/m³. Den lave rumvægt skyldes den cellulære struktur af EPS der opstår ved ekspansionen af det i råvaren indarbejdede blæsemiddel som i dag af miljøhensyn udelukkende er den lavtkogende kulbrinte pentan.

De kemiske egenskaber er sammenfaldende med polystyrens egenskaber, idet den kemiske opbygning er den samme, men de talrige indbyggede lukkede luftceller bibringer EPS egenskaber der er forskellige fra selve PS'ens.

EPS er ikke længere transparent som følge af de luftfyldte celler, men derimod "mælkehvid".

Den lave rumvægt og cellestrukturen gør EPS til en særdeles god termisk isolator hvilket bl.a. udnyttes til bygningsisolering, men også i emballagemæssig sammenhæng med fiskekasser som et godt eksempel. Den cellulære luftfyldte struktur bibringer også materialet en sejhed som PS ikke besidder i sig selv. Til emballageformål ligger rumvægten for EPS typisk på 20 kg/m³, idet man opnår en god prisgunstig kombination af mekanisk styrke og isolerende egenskaber af produktet. Til krævende applikationer der fordrer en høj stivhed, har man kvaliteter med rumvægte fra 30–100 kg/m³, mens man til isoleringsformål tilstræber materialer med lav rumvægt, typisk 10–20 kg/m³.

Som følge af at PS udelukkende er opbygget af en ren kulbrintestruktur, er vandabsorptionen for EPS lav hvilket er en stor fordel både i relation til isoleringsformål og i relation til emballage til eksempelvis levnedsmidler og instrumenter. EPS er ikke stabil over for en række organiske opløsningsmidler hvorfor man skal være påpasselig med ikke at bringe emner af EPS i kontakt med aromatiske opløsningsmidler, acetone og andre ketoner som kan trænge ind i emnet og opløse eller blødgøre EPS. Over for syrer og baser i sædvanlig brugskoncentration er EPS stabil.

2.2 Fremstilling af EPS

2.2.1 Fremstilling af råmateriale til EPS

Grundpolymeren polystyren fremstilles ved en polymerisation af monomeren styren der fremkommer ved en dehydrogenering af ethylbenzen som fremstilles ud fra de enkelt sammensatte kulbrinter benzen og ethylen ved en katalytisk proces.

Opskumning af EPS til PS sker efter partikelmetoden eller Styropormetoden der er udviklet af BASF. Reaktionen sker i en reaktor med omrøring hvor styrenmonomeren er fordelt i vand tilsat et suspensionsdannende hjælpestof for at holde monomerdråberne adskilt i vandet. Der tilsættes en fri radikal initiator for at accelerere polymeriseringen og for at styre molekylvægtsfordelingen af polymeren. Under polymerisationen tilsættes blæsemiddel, således at PS-polymeren indeholder 5–10 % blæsemiddel efter frafiltrering. Der indgår ikke et ekstruderings- og pelleteringstrin i denne proces. Råvaren fremtræder som et finkornet, millimeterstort, perleformet materiale.

Der anvendes udelukkende pentan som blæsemiddel til EPS.

Der kan desuden tilsættes additiver til at ændre egenskaberne af den færdige EPS. Afhængigt af anvendelsen af EPS'en kan der tilsættes additiver, såsom antistatika, flammehæmmere og farvestoffer. Antistatika tilsættes til EPS-emballager der skal bruges til elektrostatisk beskyttelse af udstyr og komponenter hvor det er vigtigt at der ikke sker en elektrisk opladning. Til visse typer af EPS fremstillet til byggeindustrien er der tilsat hexabromcyclododecane (HBCD) som flammehæmmer.

2.2.2 Fremstilling af EPS fra råmateriale

Omdannelsen fra råmateriale til det opblæste EPS sker i tre trin:

1. Forekspansion
2. Mellemlagring
3. Slutekspansion.

Forekspansion

I det første trin opvarmes polystyrenperlerne og forekspanderes til kugler op mod 40-60 gange deres oprindelige volumen. Herved opnås cellulære produkter med en massefylde i området 10-80 kg/m³.

Massefylden kan styres ved at ændre på forhold som luft-/dampblandingen, opholdstiden, gentagelse af forekspandering mv. Opvarmningen kan ske på flere måder, fx varmt vand, damp, infrarød stråling eller højfrekvenselektricitet. Nu til dags bruges fortrinsvis damp til processen, idet det er den mest økonomiske metode.

Afhængig af graden af forekspansion kan man groft opdele de opblæste perler i tre størrelser:

- Små perler som anvendes til bl.a. kopper og beholdere til varme/kolde drikke
- Mellemstore perler som anvendes til formstøbte emner
- Store perler der anvendes til blokproduktion.

Mellemlagring

De forekspanderede perler bliver herefter lagret for at køle af. Her kondenserer det resterende opblæsningsmiddel og damp hvorved der skabes et vakuum inde i cellerne som stabiliseres ved luftdiffusion ind i cellen. Dette stabiliserer cellen og optimerer den til det sidste trin i processen.

Slutekspansion

Ved formstøbte emner tilføres kuglerne et formværktøj hvor de igen tilføres damp, og materialet tager form. Ved opvarmningen med vanddamp til over 100 °C blødgøres polystyrenen som følge af at glasovergangstemperaturen på 80-95 °C overskrides, og trykket fra fordampningen af den lavtkogende pentan herved får materialet til at ekspandere til et rumfang ca. 20-80 gange det oprindelige.

Strukturen af EPS med små, fine celler giver materialet en naturlig hvid farve.

2.3 Anvendelse af EPS

EPS-produkter indeholder ca. 97 % luft og 3 % polystyren afhængigt af ekspansionsgraden. Opbygningen af EPS giver det nogle egenskaber som gør det anvendeligt til mange formål. EPS har en høj isoleringsevne, tåler frost, er fugtresistent og har stor tryk- og stablingsstyrke.

EPS anvendes næsten udelukkende til emballerings- og isoleringsformål.

2.3.1 Emballage

Forsyningen af EPS-emballager i Danmark (produktion + import – eksport af såvel tomme som fyldte emballager) er i Emballageforsyningen i Danmark 2000 opgjort til 4.985 tons.

Emballageforsyningen i Danmark 1998 viser et forbrug på 7.500 tons.

Emballageforsyningen i Danmark 1999 viser et forbrug på 8.551 tons.

Faldet i forsyningen fra 1998 og 1999 til 2000 skyldes en ændring i opgørelsesmetoden i 2000 da plastemballagemængden er verificeret ved hjælp af andre kilder.

2.3.2 Byggematerialer

Der findes ingen opgørelse over den danske forsyning af EPS-isoleringsmaterialer. Da EPS-isoleringsmaterialer primært anvendes i byggeriet og har en meget lang levetid, er der i dag ikke nogen genanvendelsespotentialer. Der produceres i Danmark ca. 9.000 tons EPS-isoleringsplader om året, og import og eksport anses ifølge Plastindustrien i Danmark for ubetydelig.

2.3.3 Andet

En lille del, ca. 5 %, af den samlede mængde produceret EPS i Danmark anvendes til forskellige fritidsartikler. Det anvendes bl.a. i autostole, cykelhelme, dekorationsartikler og fiskeudstyr og som oftest i kombination med andre materialer som gør produkterne uegnede til genanvendelse. En vurdering af genanvendelsespotentialer for EPS til "anden anvendelse" indgår ikke i denne rapport.

3 Genanvendelse af EPS i Danmark

3.1 EPS international recycling agreement

Organisationerne for EPS-producenter i 25 lande har underskrevet en "International Agreement on Recycling". Underskriverne forpligter sig bl.a. til at fremme genanvendelsen af EPS. "International Agreement on recycling" er underskrevet af de fleste lande i EU, herunder også af Danmark.

3.2 Genanvendelse af EPS i Danmark

Der er taget kontakt til EPS-producenterne i Danmark, renovationsselskaber og genvindingsfirmaer som indsamler og genbruger EPS, samt producenter af udstyr til genanvendelse af EPS. Firmaerne har besvaret en række spørgsmål omkring hvad de gør med fejlproduktion og evt. indsamlet EPS, hvor meget der genbruges, afsætning mv. Spørgsmålene findes som Bilag A. Hovedkonklusionerne af relevans for nærværende projekt er beskrevet i de følgende afsnit.

3.2.1 EPS-producenter i Danmark samt plastindustriens returordning

EPS-sektionen, Plastindustrien i Danmark, har etableret en frivillig tilbagetagningsordning for brugt EPS-emballage fra EPS-producenternes kunder. Ordningen finansieres ved en intern afgift for både køb (0,021 kr./kg) og salg (0,03 kr./kg) af EPS i Danmark. Det betyder at 1 kg indkøbt råvare bærer en afgift på 0,051 kr. pr. kg. Ordningen fungerer på den måde at kunder til EPS-producenter der er tilknyttet ordningen, kan ringe til Plastindustrien i Danmark (PD) når de har affald nok til at fylde en container/vognlæs. Herefter sørger PD for at transport arrangeres med den nærmeste vognmand, og den mest hensigtsmæssige af de fire afleveringssteder anvises af PD. Som modtagestation fungerer et af de seks EPS-produktionssteder der via moderselskabet indgår i ordningen. Det drejer sig om SCA Packaging Flamingo i Hobro; SCA Packaging Flamingo i Holbæk, Rosti Termopack i Billund, Rosti Termopack i Brønderslev samt Dansk Styropack i Glejbjerg og Osted.

Den indsamlede EPS til genanvendelse indsamles i store polyethylensække der rummer ca. 1 m³. Gennemsnitsvægten af en pose er 8,6 kg. Man har ikke foretaget nogen form for neddeling af EPS-produkterne på dette trin af indsamlingen. På modtagestedet opbevares det afleverede EPS-affald indtil sortering eller anden videreforarbejdning kan finde sted. De steder hvor man genanvender den indsamlede EPS til produktion af nyvare, sker der en kritisk manuel sortering. Det vurderes at i størrelsesordenen 15–25 % må frasorteres, idet det er for snavset til at indgå i produktionen af nyvare eller til eksport. Det indsamlede EPS der er for snavset til at kunne genanvendes, presses til pølser med en densitet på ca. 300 kg pr. m³ og sendes til forbrændingsanlæg. De ca. 80 % EPS-affald der er tilbage efter frasortering af den fraktion der skal til forbrænding, og som skal genanvendes i nye produkter, gennemgår en forædlingsproces hvor ca. 1/5 ender som støv der ligeledes presses og går til forbrænding. Der resterer således ca. 65 % som kan genanvendes. Hvor meget

af det eksternt indsamlede EPS der kan blandes i nyvare, afhænger helt af kravspecifikationerne for det pågældende produkt og af kvaliteten af genbrugsgranulatet. Følgende forhold er gældende:

- Genbrugsgranulatet skal blandes med nyt forekspanderet materiale umiddelbart efter forekspansionen af dette
- Partikelstørrelse og geometri af genbrugsmaterialet og nyt forekspanderet materiale skal være så ens som muligt
- Genbrugsgranulatet skal være frit for støv
- Der skal ske en homogen opblanding i nyvaren.

Afhængigt af hvor godt disse kriterier er opfyldt, vurderes det at man kan anvende fra 3–15 % regranulat i nyvare til fremstilling af formstøbte non-food produkter. Det skal dog tilføjes at den øvre grænse for genanvendelse ikke er kendt nøjagtigt, idet den afhænger af produktets geometriske udformning og kundespecifikationer. Til isoleringsformål kan tilsættes helt op til 30 %.

EPS-producenter der er medlemmer af Plastindustrien i Danmark, er ikke nødvendigvis tilsluttet ovennævnte ordning, men kan have sin egen indsamlingsordning i forhold til sine kunder.

Det skal supplerende oplyses at EPS-producenter tilsluttet ordningen uvilkårligt vil modtage brugt EPS-emballage fra andre leverandører til deres kunde, idet kunden meget vel kan have mere end én EPS-producent som leverandør. Udenlandske EPS-emballager indgår også i kredsløbet.

I Danmark kan industrivirksomheder desuden bortskaffe EPS-emballage via Plastbranchens returordning for rent, hvidt EPS.

Det er EPS-sektionens producenter der deltager i Plastbranchens returordning for rent, hvidt EPS.

Brugt EPS kan granuleres og genanvendes til jordforbedring på gartnerier uden nogen risiko for forurening.

Teknologisk Institut har i forbindelse med nærværende projekt indhentet oplysninger fra EPS-producenterne i Danmark dels ved møder og telefoninterviews, dels ved spørgeskemaundersøgelse.

Med hensyn til besvarelser af spørgeskemaer foreligger der svar fra Styropack, SCA Packaging Flamingo, Rosti Termopack, Thermisol og Sundolit. De sidstnævnte to virksomheder fremstiller isoleringsmaterialer og er ikke omfattet af EPS-sektionens returordning. Begge virksomheder oplyser at man genanvender alle interne produktionsrester af EPS fra fejlskåret materiale eller fra renskæring. Man er positive over for at tage helt rent materiale retur, dvs. uden "byggepladsrester".

Med hensyn til svarene fra Styropack, SCA Packaging Flamingo og Rosti Thermopack bekræfter alle tre virksomheder at man genanvender interne produktionsrester fra afskær, ikke-fuldstøbte emner mv. Genanvendelsen finder sted til nye produkter ved tilsætning af resterne efter en passende neddeling og fraktionering. Det anføres at skæreskrot fra EPS-blokke kan anvendes 100 % igen til fremstilling af nye blokke. Alle interne rester af EPS genanvendes af virksomhederne, medmindre det er indfarvet. Ved raffineringen af resterne opstår der noget støv som komprimeres og sendes til forbrænding.

Med hensyn til eksternt EPS-affald fra kunder stiller alle tre virksomheder krav om renhed af det returnerede emballage. Netop af hensyn til renhedskravene sker en neddeling af EPS-returemballagen først hos EPS-producenten. Poser med returnerede EPS-emballager inspiceres visuelt. Er der snavsede emner i posen, går hele posen til forbrænding. En af virksomhederne beskriver renheden af den indsamlede EPS som meget svingende. Er der for meget snavset EPS-affald i den returnerede emballage "er der kun forbrænding som udvej". Dette er en direkte udgift for virksomheden hvilket kunderne gøres opmærksom på.

Virksomhederne har erfaringer med udstyr leveret af maskinfabrikanterne KBM, CK-teknik og RUNI.

Den returnerede brugte EPS-emballage komprimeres enten til pølser der eksporteres til fjernøsten, eller den raffineres ned i en størrelse og form så den kan genanvendes på fabrikken ved tilsætning til virgin EPS-råvare. Det anføres af en af virksomhederne at der kan tilsættes fra 0-40 % returneret EPS-emballage til ny produktion, men at det typisk drejer sig om få procent. En anden virksomhed oplyser tilsætning op til 5 %. Det kan i den forbindelse oplyses at der i et nyt projekt der netop er startet op af Plastindustrien i Danmark, vil blive fokuseret på at opnå bedre viden om hvor meget brugt EPS der kan genanvendes i nye produkter.

Alle virksomheder giver udtryk for at det til emballage for fødevarer ikke er muligt at tilsætte granulat stammende fra brugt EPS-emballage.

Alle tre virksomheder gør opmærksom på at det ikke er rentabelt for dem at indsamle brugt EPS-emballage. Der gives imidlertid udtryk for at det er af betydning for både branchen og kunderne at man fokuserer på at løse affaldsproblematikken omkring EPS-emballage af hensyn til miljøimago.

Med hensyn til mulighederne for at genanvende nedsmeltet EPS i nye, sprøjttestøbte produkter har Teknologisk Institut modtaget følgende oplysninger.

RUNI EPS RECYCLING Aps oplyser at komprimeret EPS-emballageaffald, eksempelvis fra brugte fiskekasser, efter komprimering og tilsætning af 10 % additiver kan anvendes til fremstilling af produkter i polystyren, eksempelvis videokassetter. Det vil reelt sige at 90 % af råvaren til nye produkter består af genbrugsmateriale.

Generelt er oplysningerne i litteraturen og ved søgning på Internettet mht. beskrivelse af de mekaniske egenskaber af genanvendt nedsmeltet EPS sparsomme, upræcise eller på anden måde dårlige. En henvendelse via de europæiske EPS-producenters hjemmeside om mere konkret viden er forblevet ubesvaret.

Ud fra en faglig vurdering virker det sandsynligt at det er nødvendigt at tilsætte kompatibilizere og elastomerer sammen med stabilisatorer ved compoundingen af genanvendelses-EPS til sprøjttestøbte emner i en mængde der er afpasset efter kvaliteten af udgangsmaterialet.

Firmaet Nordica der leverer hjælpestoffer til bl.a. plastindustrien, oplyser at copmpatibilizeren Bennett GR10 (Nu Booster-EP) er egnet til at gøre EPS slagfast. Forsøg med tilsætning af 3-4 % af Booster-EP til brugte petriskåle

der er fremstillet i meget skørt PS-materiale, resulterer i et nyt granulat der er særdeles slagfast (High Impact). Firmaet vurderer at tilsætning af mellem 5 og 8 % af Booster-EP i form af en masterbatch til nedsmeltet og granuleret EPS vil være tilstrækkeligt til fremstilling af nye slagfaste produkter i PS. Prisen for Booster EP oplyses til at være 35 kr. pr. kg.

3.2.2 Danske renovationsselskaber og genbrugsfirmaer

En række renovationsselskaber og genbrugsfirmaer har været kontaktet vedrørende indsamling og håndtering af EPS-affald. Nedenfor angives svarene fra de mere detaljerede tilbagemeldinger.

Reno ESØ 90 har givet følgende oplysninger om selskabets erfaringer med indsamling og komprimering af EPS på sneglekomprimator leveret af RUNI. På indsamlingssiden har man svært ved at skelne mellem ekspanderet polystyren (EPS) og ekspanderet polyethylen (EPE). Derfor forurenes EPS ofte med EPE. EPS tilsat flammehæmmere kan ifølge det oplyste ødelægge genbrug af almindelig EPS.

Ifølge ESØ opfører fiskekasser sig forskelligt ved komprimeringen i RUNI-komprimatoren. Nogle typer "koger" og giver dermed luft i platen så komprimeringen ikke er optimal. Man har løst problemet ved at blande fiskekasser af forskellig type sammen.

Vægtfylden efter komprimering angives til ca. 200 kg pr. m³.

Den komprimerede EPS sælges til Danfiber som afsætter varen i Hong Kong eller Tyskland. Her regenereres EPS til PS, og der fremstilles typisk videokassetter fra regeneratet.

Den indsamlede mængde i 2001 er betydelig; ca. 130 tons i 2001. Størstedelen stammer fra fiskeindustrien.

Renordvest I/S indsamler EPS fra private og erhverv. I 1999 var mængden af indsamlet EPS 7 tons, og mængden er faldende. Renordvest I/S har opstillet meget strenge renhedskrav i sorteringsvejledningen. Bl.a. modtages kun helt rene EPS-emballager stammende fra støddæmpende emballager til elektronik mv.

Der anvendes en neddel leveret af Styropack i 1995. Granulatet afsættes til gør-det-selv-folk til isoleringsformål og til efterisolering af mælketankanlæg. Kunderne kan aflevere den rene kvalitet EPS i 800 liter klare plastsække placeret i bur eller posebøjle eller i 110 liter klare plastsække i stativ. Pallebure udlejes for kr. 250 pr. enhed pr. år og affaldsstativer (110 liter) for kr. 50 pr. enhed pr. år. Afhentningsprisen for en 800 liter pose er kr. 58, og prisen ved aflevering på genbrugscentret kr. 375 pr. ton. Renordvest I/S oplyser at genbrugsordningen for EPS ikke er rentabel for selskabet. Afsætningen af granulat er meget ringe, og en stor del går derfor til forbrænding.

Meldgaard Miljø & Genbrug A/S oplyser at de indsamler ca. 1 ton EPS-affald om året, men at det ikke kan afsættes og derfor går til forbrænding.

Smørumgruppen oplyser at man for ca. 10 år siden gennemførte et pilotprojekt med indsamling af EPS, men at materialet var for snavset til genanvendelse.

KAVO oplyser at man har etableret en fælleskommunal indsamlingsordning for transportemballage af plast, herunder EPS. EPS-virksomheder som har EPS-affald, kontakter en transportør som kører EPS til et godkendt modtageanlæg. Mængderne vurderes som værende små. Erhvervsregulativet kræver at emballageaffaldet skal sorteres hvis det udgør mere end 50 kg om måneden. KAVO modtager også EPS på genbrugsstationen, primært fra private. Affaldet placeres i container for brændbart affald.

Affaldsregion Nord I/S oplyser at man kun modtager emballageaffald fra radio- og tv-forhandlere til genanvendelse, idet det er det eneste EPS-affald der er rent nok. Materialet granuleres og sælges til private i 250 liter poser. Det anvendes til hulrumsisolering. I 2001 solgte man ca. 640 poser til private. Det er ikke rentabelt, men man genanvender for at mindske andelen der går til forbrænding. Alt EPS fra private husholdninger forbrændes.

Silkeborg Kommune oplyser at man granulerer rene transportemballager i EPS samt løst pakkefyld i EPS. Det pakkes i 250 liter poser. Det anvendes som hulrumsisolering og til sækkestole. Umiddelbart anser man det ikke for økonomisk rentabelt at indsamle EPS.

3.2.3 Danske producenter og leverandører af udstyr til genanvendelse af EPS

Med hensyn til udstyr til genanvendelse af EPS-emballage der sælges i Danmark, kan man skelne mellem to kategorier. Den ene består i udstyr der har til formål at foretage en volumenreduktion af hensyn til transport og lagerkapacitet, den anden består af udstyr til granulering af EPS med det formål at bevare EPS-materialets cellestruktur så det kan anvendes til isoleringsmateriale, løst pakkefyld eller til iblanding i ny råvare for fremstilling af EPS-emballager.

Med hensyn til den første kategori består det simpleste og mindst kostbare udstyr i ballepresser hvor man komprimerer EPS i samme udstyr som også finder anvendelse til komprimering af pap- og plastfolier mv. Prisniveau mellem ca. 10.000 kr. og 100.000 kr. afhængig af kapacitet og presstryk. Der er flere leverandører af udstyr, og presserne kan enten være hydraulisk eller pneumatisk styret.

Maskinfabrikken RUNI har udviklet en speciel sneglekomprimator specielt egnet til komprimering af EPS-emballage. RUNI har leveret flere standardanlæg til kunder i Danmark, men har også etableret eget anlæg i Hirtshals som et selvstændigt firma under navnet: RUNI EPS Recycling Aps. Anlægget i Hirtshals er væsentlig mere automatiseret end de øvrige standardanlæg. Processen i Hirtshals består hovedsagelig af tre trin:
Trin 1: EPS granuleres. Kapacitet: ca. 1.200 fiskekasser/time (ca. 800 kg).
Trin 2: Det granulerede EPS komprimeres i en lang sammenhængende firkantet streng. Kapacitet: ca.: 180 kg/time. Vægt: 300 kg/m³.
Trin 3: Den komprimerede streng saves over i passende længder og skubbes til side for palletering. Det er vigtigt at gøre sig klart at trin 1 kræver én mand, medens trin 2 og 3 foregår fuldautomatisk uden opsyn.

RUNI har i alt solgt 72 stk. af sneglekomprimatoren SK 370 H til bl.a. Norge, England, Holland og Belgien. I Danmark er der opstillet 10 sneglekomprimatorer SK 370 H.

RUNI vurderer at ca. 10–15 % af det potentielle EPS-emballageaffald (4.985 tons) i dag komprimeres på RUNI's sneglekomprimatorer opstillet i Danmark.

RUNI EPS Recycling modtager komprimeret EPS-emballageaffald fra nogle af de lokaliteter hvor Maskinfabrikken RUNI har leveret komprimatorer. RUNI EPS Recycling afsætter det komprimerede EPS-affald til fjernøsten. Det komprimerede EPS fra anlægget i Hirtshals afsættes ligeledes i fjernøsten.

RUNI EPS Recycling betalte i 2001 400 kr. pr. tons komprimeret EPS ab anlæg. I indeværende år har betalingen til dato været 0 kr. ab anlæg. Prisnedgangen skyldes en ringere afsætning af færdigvaren i Fjernøsten. Det er vanskeligt at vurdere prisudviklingen.

3.3 Tidligere erfaringer/forsøg i Danmark

Der er gjort flere forsøg i Danmark på at genudnytte EPS ved at smelte det om og granulere det til PS. Der er dog væsentlige problemer i forbindelse med smeltning af EPS til PS. Bl.a. kræver det meget energi at smelte EPS på grund af den gode varmeisoleringssevne, og samtidig skal det undgås at PS bliver "branket" hvorved kvaliteten forringes væsentligt.

Teknologisk Institut (Det tidligere Jydsk Teknologisk) har udarbejdet en rapport om alternative anvendelser for granuleret EPS (maj 1987). Forsøg på fremstilling af isoleringsplader fra EPS-regenerat ved anvendelse af polyurethanklæber (5–10 vægtdele) er beskrevet. Vandoptagelsen viste sig at være 3-4 gange højere end for ren EPS (6,6 %).

Det blev konkluderet at materialeomkostningerne ville være ca. 20–30 % lavere end ved anvendelse af nyt EPS.

3.3.1 Indsamlede mængder til genanvendelse

I 2000 blev der ifølge statistik for plastemballage 2000 indsamlet 116 tons EPS til genanvendelse.

I 2001 blev der iflg. Plastindustrien indsamlet ca. 480 tons EPS til genanvendelse. Heraf blev de 80 tons indsamlet via Plastindustriens indsamlingsordning. De resterende 400 tons er primært fiskekasser indsamlet fra fiskeindustrien og afsat til eksport.

Som emballage anvendes EPS til:

- Kødbakker
- Engangsservice
- Grøntkasser
- Fiskekasser
- Blomsterbakker
- Emballage til:
 - Køleskabe
 - Computere
 - Tekniske artikler
 - mv.
- Emballagechips (løst pakkefyld).

Der findes ingen opgørelser over den danske forsyning af de enkelte EPS-emballageprodukter, men anvendelsen til kødbakker mv. samt til engangsservice anses for meget beskedet og er faldende på grund af konkurrence fra bakker i almindelig PS eller eksPS.

3.4 Sammenfatning

Genanvendelsen af EPS i Danmark er begrænset. I 2000 udgjorde den 116 tons (ca. 2 % af potentialet). Plastindustrien vurderer at ca. 10 % af potentialet blev genanvendt, medens RUNI EPS Recycling Aps vurderer, at det er 10–15 % af potentialet der genanvendes.

Det er absolut RUNI EPS Recycling der står som den primære faktor ved genanvendelse af EPS via eksport af komprimeret EPS til Fjernøsten. Næstefter kommer Plastindustriens returordning.

Der findes ingen virksomheder i Danmark der regenererer EPS til PS.

Der er ifølge de nyeste oplysninger fra EPS-emballageproducenter ingen interesse i Danmark for at anvende EPS til beton eller tegl, ligesom der kun i begrænset omfang er interesse for EPS som jordforbedringsmiddel.

Granuleret EPS-emballage har i et begrænset omfang tidligere været brugt som hulrumisolering, men nye standarder og krav til hulrumisolering har stort set stoppet denne anvendelse.

4 Genanvendelse af EPS i udlandet

4.1 Resultatet af databasesøgning

4.1.1 Indsamlingsordninger

4.1.1.1 Lande med producentansvarsordninger

Næsten alle EU-lande har producentansvarsordninger for emballager. Nedenfor er gengivet ordninger for de lande som det har været muligt at indhente oplysninger fra.

Norge (Plastretur)

Plastretur er et ikke-kommercielt selskab med 10 ansatte. Selskabet ejes af erhvervslivet i Norge repræsenteret ved producenter og brugere af plastemballage.

Ifølge Plastretur var affaldsmængden af EPS 4.300 tons i 2000. Plastretur har sat et mål om 60 % materialegenanvendelse.

Det vurderes at der vil blive indsamlet ca. 1.900 tons i 2002 hvoraf 80-90 % kommer fra fiskeindustrien. Af de indsamlede 1.900 tons vil de 1.800 tons blive materialegenanvendt.

KD Miljøpartner i Stavanger har færdigudviklet et anlæg til regenerering af EPS. Anlægget har en kapacitet på 3.000 tons/år. Anlægget renser og ekstruderer EPS til PS-regenerat. Det anføres at regeneratet af EPS anvendes til kontorudstyr, havemøbler og bygningsmaterialer.

Der er oprettet 28 modtagesteder i Norge hvoraf 11 er udstyret med opriver og komprimator.

Maskinfabrikken RUNI er efter givne oplysninger til Teknologisk Institut en væsentlig samarbejdspartner og leverandør af udstyr til ordningen.

Sverige (Plastkretsen og Svensk EPS Återvinning AB))

Plastkretsen oplyser at der ikke findes en sikker statistik for mængden af EPS-emballager i Sverige. Plastkretsen har givet Packforsk som opgave at analysere mængden af plastemballage på det svenske marked. Packforsk har vurderet at der er ca. 1.800 tons af EPS. Det indrømmes at antallet forekommer lavt i forhold til mængden i Danmark og Norge, men det oplyses at Sverige ikke har samme store mængde inden for fiskeindustrien.

Der findes to indsamlingssystemer i Sverige. Det ene er Plastkretsens eget indsamlingssystem hvor EPS-emballagen altid ender som brændsel. Indsamlingen af EPS-emballagen sker som en del af virksomhedernes blandede fraktion til forbrænding. Indsamlingssystemet er nærmere beskrevet på Plastkretsens hjemmeside under "källsortering" i underrubrikken "företag".

Det andet indsamlingssystem sker i regi af Svensk EPS-återvinning der er en genbrugsvirksomhed grundlagt af Porpack og SCA-packaging. Virksomheden indsamler EPS via butikshandelen, først og fremmest stammende fra emballering af tv-apparater og elektronik. Der stilles høje krav til renhed, og alt indsamlet EPS genanvendes. Plastkretsen kender ikke tallet for den indsamlede mængde.

Ifølge Svensk Återvinning AB er mængden af EPS-emballageaffald 2.000 tons per år. Heraf indsamler firmaet 450 tons via 1.800 indleveringssteder. Her kan forbrugerne aflevere brugte EPS-emballager hvis de er rene og hvide og fri for etiketter og tape. Når der ved indsamlingsstedet er 3 fulde sække, kontaktes den anviste transportør som ved afhentningen efterlader tre tomme sække. Kun den absolut reneste fraktion af de indsamlede EPS-emballager genanvendes direkte til nye EPS-emballager ved indblanding med nye EPS-råvarer.

Oparbejdningen finder sted 7 forskellige steder. Kun 10 % går til forbrænding, resten genanvendes til nye emballager (ca. 30 %), til løs isoleringsfyld (4 %), som isolering i beton (30 %) eller som PS-granulat (26 %). Man har ifølge Svensk Återvinning AB vurderet mængden af EPS-affald der stammer fra almindelig dagrenovation fra husholdningerne, til at udgøre 700 tons. Disse forbrændes og udnyttes således til energigenvinding.

Tyskland: (Der Grüner Punkt, DSD)

Duales System Deutschland (DSD) har ikke speciel indsamling af EPS fra husholdninger. Det oplyses dog at af de i 2000 indsamlede mængder af plastemballager på 570.000 tons udgøres to procent af EPS-bægre (www.dkr.de/469.html).

I Tyskland har EPS-producenterne indgået en aftale om at tage alt EPS-emballage retur for genanvendelse. Der er i 2001 i alt 1.600 modtagesteder for EPS-emballage. Det oplyses at omkring 70 % tages tilbage og genanvendes. Det er ikke nærmere specificeret hvad de 70 % dækker, men det er rimeligt at antage at de dækker over virksomhedens salg på hjemmemarkedet. Der er ingen oplysninger om fordelingen mellem energigenvinding og materialelegenvinding.

Der forbruges ca. 200.000 tons EPS pr. år hvoraf ca. 45.000 tons er EPS-emballage. Ca. 25.000 tons brugt EPS indsamles af den samlede EPS-affaldsmængde. Der kan redegøres for genanvendelsen af de 40 % af den indsamlede mængde. De resterende 60 % eksporteres muligvis (www.oekutec.de/oekutec//styrelax-pres.html).

Der findes flere materialelegenvindingsvirksomheder der primært genvinder EPS til tilsætningsmaterialer til betonindustrien (Styropor Recycling og SVC-Breu). Der oplyses afsætningspriser for tilsætningsmaterialet på 15-18 euro pr. m³.

EPS-emballager kan enten afhentes hos den enkelte virksomhed for en pris på godt 4 euro pr. m³, eller virksomhederne kan aflevere emballagerne til et af de 1.600 modtagesteder for en pris af knap 3 euro pr. m³.

Indsamling af EPS sker med specielle lastvogne med et rumindhold på 120 m³.

Østrig (Argev)

Forbruget af EPS til emballage i Østrig er oplyst til ca. 3.000 tons pr. år; heraf materialegenanvendes ca. 1.000 tons pr. år (oplysninger fra ARA).

EUMEPS-Packaging oplyser at der inklusive import genanvendes 2.600 tons EPS i Østrig.

Ifølge østrigsk lov skal enhver som sender emballage på markedet, kunne dokumentere at de enten selv står for indsamlingen af den brugte emballage eller har entreret med en anden om at gøre det på deres vegne. Næsten alle anvender ARA. Herunder tager Argev sig af plastemballager, og ØKK står for genanvendelsen.

Der har været gjort forsøg med at regenerere EPS til PS, men det var ikke rentabelt på grund af for små mængder.

Det genanvendte EPS anvendes typisk i byggeindustrien som tilsætning til letvægtsprodukter.

England (Valu-plast)

Valu-plast indsamler ikke EPS-plast.

Større producenter af EPS-emballager tager EPS-emballager fra non-food-produkter retur til genanvendelse.

Flo-pack genanvender ca. 1.500 tons pr. år. Emballagen granuleres og ekstruderes til piller som opskummes til pakkefyld eller ekstruderes til kunstigt træ (Ultra Wood) eller iblandes virgint PS (20 %) Lacqrene wt 1451. Flo-pack arbejder på at oprette lokale EPS-centre til indsamling af EPS-emballager.

Fra forretningskæden Comet Stores indsamles 300 tons EPS-emballager pr. år. Emballagerne genanvendes som pakkefyld eller til fremstilling af havemøbler.

Frankrig (Valor plast)

Valor plast indsamler ikke EPS.

Ifølge EUWID no. 25, 2001 udgør mængden af EPS-emballage i Frankrig 23.000 tons. Oplysningerne stammer fra Eco PSE der skal etablere en indsamlingsordning for EPS i Frankrig med 60 opsamlingssteder. Ifølge Eco PSE indsamlede man 8.240 tons emballage af EPS til genanvendelse svarende til 35,8 % af det totale potentiale. Ifølge kilden blev 6.440 tons genanvendt, mens de resterende 1.800 tons blev anvendt til energigenvinding. Det anslås at EPS udgør 6,6 % på vægtbasis af den samlede transport- og salgsemballage i Frankrig. Den samlede mængde plastemballager angives til 345.300 tons. Heraf stammer de resterende affaldsmængder fra hule emner i HDPE, PP og big bags (74.600 tons) samt film og folier (250.000 tons).

4.1.1.2 Andre Lande

USA

Forbruget af EPS til emballager i USA opgives til ca. 90.000 tons pr. år (det synes lavt sat).

Producenterne af EPS-emballage tager EPS-emballager retur. Der er oprettet i alt ca. 200 modtagesteder i USA og Canada. Der indsamles ca. 11.000 tons svarende til ca. 12 %. EPS-emballagen genanvendes primært til diverse produkter der substituerer træ.

Indholdet af EPS i "municipal solid waste" opgives til ca. 0,4 %.

Korea

Forbruget af EPS til emballager i Korea opgives til ca. 50.000 tons, heraf indsamles 49 % til materialegenanvendelse, 18 % forbrændes og 33 % deponeres.

EPS genanvendes primært til kunstigt træ, Everwood.

Japan

I Japan er etableret Jepstra (Japan Expanded Polystyrene Recycling Association).

Det samlede forbrug af EPS i Japan opgives til 183.000 tons pr. år hvoraf 35 % indsamles og materialegenanvendes.

Der er etableret ca. 145 afleveringssteder "Epsy Plazas" hvor EPS kan afleveres i særlige sække som kan købes på afleveringsstederne.

Det indsamlede EPS genanvendes til:

- Filtermateriale
- Tilsætning til beton
- Genanvendelse i ny EPS
- Ekstrudering/regenerering til kunstigt træ, videokassetter, mv.

Sammenfatning

Generelt findes der en indsamlingsordning for rene EPS-emballager til genanvendelse i de fleste vesteuropæiske lande, USA og Japan. Indsamlingsordningerne er primært baseret på bringeordninger for erhvervsaffald til centrale afleveringssteder. Indsamlingsordningerne er organiseret af EPS-producentforeninger og er primært baseret på bringeordninger for erhvervsaffald til centrale afleveringssteder. Her sorteres og forbehandles emballagen hvorefter en mindre del sendes til oparbejdning hos producenter, en del til forbrænding el. deponi, og resten sendes til regenerering til PS.

4.1.2 Teknikker

4.1.2.1 Generelle teknikker

Teknikker dækker oprivning, komprimering og ekstrudering.

4.1.2.2 Specielle teknikker

Ud over de mere generelle metoder til genanvendelse af EPS er der også fundet følgende specielle metoder.

Hudnut Industries Inc. har på websiden: <http://www.hudnut.com> beskrevet et udstyr firmaet benævner ReCyclotron RC-30, designet til at bibringe EPS samt PP- og PE-skum en højere densitet. Vægtfylden af plasten efter behandling er dog ikke angivet. Processen er kontinuert med en kapacitet på 110–180 kg pr. time.

Det første procestrin består i en neddeling af den opskummede plast til en partikelstørrelse på 15 mm. En højhastighedsluftstrøm transporterer partiklerne videre til en mellemtank. Mellemtanken er udstyret med specielle røreværker der forhindrer materialet i at klumpe sammen. En transportsnegl i bunden af tanken sørger for den videre transport via en blæser til toppen af reaktionskammeret. Reaktionskammeret er et varmluftsbad der holder skumpartiklerne svævende indtil de kollapser på overfladen som følge af varmen og sedimenterer i tanken som følge af vægtfyldeforøgelsen. Fra bunden af reaktionskammeret blæses de kollapsede partikler efter afkøling til en container. Problemer med statisk elektricitet reduceres som følge af det formindskede overfladeareal. De kollapsede partikler kan også blæses direkte i siloer, blandeudstyr eller sneglekomprimatorer.

I EPS-fremstillingsvirksomheder kan produktionsaffald ifølge Hudnut Industries blive regenereret ved ReCyclotron-processen og blandes op med virgint materiale. Processen hævdes at være eksplosionssikker, idet blæsemidlerne fortyndes af den varme luft til under eksplosionsgrænsen. Udstyret kræver 14 kWh og en gasopvarmning på 60 kWh.

Det vurderes at processen rummer stor risiko for at der sker en oxidativ nedbrydning af polystyrenen, således at der sker en væsentlig forringelse af egenskaber.

Polar Industries of Prospect, Connecticut beskriver på netadressen <http://www.buildinggreen.com/products/polar.html> en proces til genanvendelse af EPS-isoleringsplader. Processen betegnes pulfusion og er en hybridteknik der både anvender ekstrudering og ekspansion på samme tid. Ifølge beskrivelsen opnår man ved andre genanvendelsesprocesser for EPS partikler med hårde områder og uregelmæssigheder. Polar har perfektioneret pulfusionsprocessen så man kan fremstille nye isoleringsplader med en genanvendelsesgrad på 60 % eller lidt højere. Den administrerende direktør for EPS Molders Association citeres for at have udtalt at det ikke er uhørt med en genanvendelsesgrad på 25 % inden for emballage, men at man inden for isoleringsplader normalt er begrænset til en genanvendelsesgrad på 10 % som følge af funktionskravene. Ifølge artiklen sker 30 % af genanvendelsen af EPS i form af eksternt EPS-affald fra firmaets kunder. Densiteten af isoleringsplader fremstillet med 60 % genanvendt EPS er 32 kg pr. m³, mens den for en genanvendelsesgrad på 40–50 % er 16 kg pr. m³.

Firmaet oplyser til Teknologisk Institut at teknologien ikke udbydes kommercielt.

Det kunne dog være interessant at følge op på principperne i processen også i relation til EPS-emballageaffald, idet genanvendelsesgraden er usædvanlig høj.

Firmaet Florida Chemical beskriver på netadressen <http://www.floridachemical.com/d-limonenestyrofoamrecycling.htm> en proces til volumenreduktion af EPS baseret på firmaets tekniske kvalitet af opløsningsmidlet d-limon. D-limonen fremstilles fra citruskaller og er et godt opløsningsmiddel for polystyren. Opløseligheden er så høj at selv store blokke af EPS ifølge artiklen bringes i opløsning på sekunder. Den resulterende d-limonen-PS-blanding har et volumen der er mindre end 5 % af det oprindelige EPS. Firmaet har ved forsøg konstateret at 100 kg d-limonen kan opløse mellem 300 og 400 kg EPS.

Mitsui Engineering & Shipbuilding Co., Ltd. Beskriver på netadressen. <http://www.mes.co.jp/english/news/20020213.html> en genanvendelsesproces for EPS der er patenteret af SONY Corporation. Metoden er ligeledes baseret på at man opløser EPS i limonen og derefter skiller opløsningsmidlet og PS i en fordampner for højviskose væsker.

D-limonen udvindes som nævnt af citrusfrugtskaller og må betragtes som et opløsningsmiddel på linie med terpentiner. Det vurderes ikke realistisk at etablere et anlæg baseret på denne teknologi i Danmark, ligesom de miljømæssige gevinster synes mere end tvivlsomme.

På netadressen <http://www.rco.on.ca/policy95/mate0630.html> omtales en genanvendelsesproces for EPS der betegnes ENCAP. Princippet er at indkapsle brugt EPS i fenolplast (en hærdeplast) som hærdes ved radiofrekvensinduceret opvarmning. Det resulterende materiale har ca. den dobbelte vægtfylde som EPS og har større styrke. Anvendelsesområdet skulle være isoleringsplader til væg og tagbeklædning. Phenolplast er en plasttype der sædvanligvis anvendes hvor man har brug for en god varmestabilitet. Mineralfyldt bevarer phenolplasten sine stuetemperaturegenskaber op til 160 °C. Denne fordel vil ikke være til stede når der iblandes EPS som jo har et blødgøringspunkt omkring 100 °C. Teknologien er endnu på forsøgsstadiet.

4.1.3 Økonomi

Der er ved internetsøgningen ikke fundet konkrete økonomiske tal for genanvendelsesprocesserne.

4.1.4 Afsætning

Det indsamlede EPS anvendes typisk som følger:

- Forbrænding
- Tilsætning ved fremstilling af nye produkter
- Tilsætningsmateriale til beton eller tegl for at opnå øget isoleringsevne
- Pakkefyld
- Regenerering til PS-granulat til fremstilling af kassetter, bøjler etc.
- Jordforbedringsmateriale til gartnerier
- Eksport til fjernøsten.

Tilsætning til nye produkter sker kun i et begrænset omfang.

4.1.5 Miljø

Der er ikke i databasesøgningen fundet oplysninger om miljømæssige konsekvenser vedr. indsamling og genanvendelse af EPS.

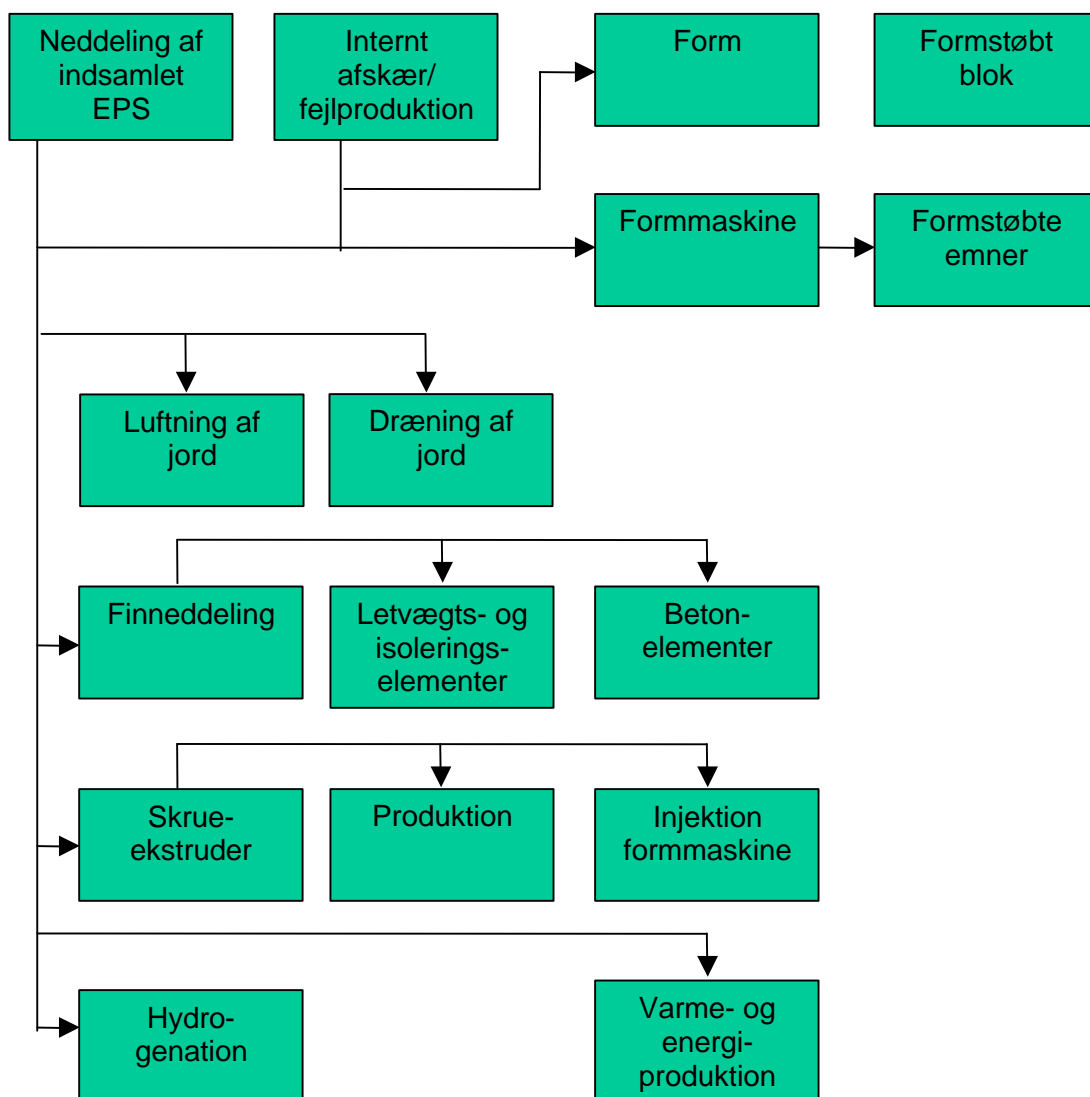
4.2 Sammenfatning

Der er stor forskel på hvad der gøres på verdensplan vedr. indsamling og genanvendelse af EPS. Graden af indsamling og genanvendelse afhænger af bl.a. infrastrukturen, eksisterende indsamlingssystemer og genanvendelsesplaner, typen af energiproduktion (forbrænding) samt tilskud/afgifter ved bortskaffelse af affald.

I mange af de industrialiserede lande foregår der indsamling og genanvendelse af EPS i større og mindre udstrækning, herunder også i Danmark. Nogle lande har opbygget eller udvidet eksisterende genanvendelsessystemer til også at omfatte EPS. Det gælder bl.a. Tyskland, Norge, USA og Japan. De fleste lande indsamler kun "rent" EPS-emballage, dvs. EPS der ikke har været anvendt i forbindelse med detailsalg af fødevarer.

Genanvendelse af EPS er ofte styret af de muligheder der er for samarbejde med virksomheder hvortil EPS kan afsættes. Rundt om i verden genanvendes EPS til bl.a. produktion af videokassetter, kontorartikler, bøjler, jordforbedring, dræn, letvægtsbeton og vejelementer, fartbump, isolering og støjisolering, pakkefyld, havemøbler, blomsterkasser, pottebakker og energiproduktion.

En stor fraktion af EPS anvendes i byggeindustrien til isoleringsplader o.lign. I byggeriet er EPS-produkterne "bundet" i mange år og sidder ofte sammen med tagpap, beton og glasuld hvilket gør det meget svært at indsamle og genanvende i fremtiden. Der er ved Internetsøgningen fundet eksempler på virksomheder der har specialiseret sig i genbrug af EPS fra byggeindustrien, men det er en fraktion der ikke er anvendelig ved de almindeligt tilgængelige metoder til genanvendelse.



Figur 1 Metoder til genanvendelse af EPS-embalIage

Indsamling og genanvendelse af EPS sker typisk ved at virksomheder kan aflevere rent EPS-embalIage på centralt placerede indsamlingssteder. Her sorteres materialet, og det meget rene materiale kan derefter indgå i produktion af nye EPS-produkter. Det meget forurenede materiale komprimeres og tilføres forbrændingsanlæg eller deponi, mens resten efter komprimering transporteres til et regenereringsanlæg hvor det oparbejdes til PS-råvare.

Der er ikke fundet kommercielt tilgængelige, specielle teknikker til genanvendelse af EPS.

I nogle lande, primært Tyskland, anvendes EPS som tilsætningsmateriale til især beton, men også til tegl, for at opnå bedre isoleringsevne. Enkelte steder anvendes EPS også som jordforbedringsmiddel på gartnerier etc.

5 Potentielle muligheder for øget genanvendelse kontra forbrænding af EPS i Danmark

5.1 Valg af systemer for hvilke der skal foretages en miljøøkonomisk vurdering

I Tabel 5.1 er opstillet forskellige scenarier for øget genanvendelse af EPS.

Tabel 5.1 Forskellige scenarier for genanvendelse af EPS

Scenario	Sc. 1	Sc. 2	Sc. 3	Sc. 4	Sc. 5
Fremstilling EPS-råvare	x	x	x	x	x
Fremstilling EPS-produkt	x	x	x	x	x
Forbrug					
Indsamling til forbrænding	x				
Forbrænding	x				
Indsamling til EPS-centre		x	x	x	x
Oprivning og komprimering på RUNI-anlæg			x	x	
Transport fra center til oparbejdning/eksport		x	x	x	x
<i>Oparbejdning</i>					
Tilsætning til nye EPS-produkter		x			
Eksport			x		
Regenerering til PS				x	
Tilsætning til beton, isoleringsmateriale, pakkefyld					x

Scenario 1

Indsamling af EPS til forbrænding. Indsamlingen sker sammen med andet affald til forbrænding. Afspejler primært situationen i dag

Scenario 2

Indsamling af EPS til et antal indsamlingscentre (eksempelvis placeret ved EPS-producenterne). Indsamlingen foretages af producenterne. Her sorteres og granuleres EPS'en hvorefter den transporteres til en EPS-producent hvor den tilsættes til nye produkter. Afspejler primært plastindustriens indsamlingsordning. I denne ordning ligger der en mængdemæssig grænse, idet tilsætningen til nye produkter kun kan ske i begrænset omfang.

Scenario 3

Indsamling af EPS til et antal indsamlingscentre (eksempelvis placeret ved affaldsforbrændingsanlæg). Affaldsproducenterne kan her aflevere EPS-produkter.

På indsamlingscentrene sorteres, granuleres og komprimeres EPS'en og eksporteres efterfølgende.

Afspejler bl.a. RUNI's anlæg i Hirtshals m.fl.

Scenario 4

I stedet for, som i scenario 2 og 3, at eksportere indsamlet EPS, oparbejdes i scenario 4 EPS i Danmark til PS-granulat. Der findes i dag i Danmark ikke anlæg der umiddelbart kan regenerere EPS.

Scenario 5

Indsamling af EPS til et antal indsamlingscentre. Her granuleres (oprives) EPS hvorefter den afsættes til betonværker, isoleringsmateriale, jordforbedringsmateriale mv.

Afsætningsmulighederne er i dag i Danmark begrænset til hulrumsisolering. Der afsættes i dag kun en yderst beskedne mængde.

Valg af scenarier

Det er i følgegruppen besluttet at gennemføre den miljøøkonomiske analyse på scenario 1, samt to kombinationer af scenario 2 og 3. Der bliver altså i alt 3 scenarier vist i Tabel 5.2.

Tabel 5.2 scenarier (ton)

	Scenario 1 Udgangssituation	Scenario 2	Scenario 3
Totalt potentiale	4.985	4.985	4.985
Indsamlingspotentiale	4.000	4.000	4.000
Genanvendelse	480	1.200	2.000
Forbrænding i alt	4.505	3.785	2.985
Genbrugsprodukter			
Plastindustriens indsamlingsordning			
Tilsætning ny produkter	0	400	400
Eksport	80	0	0
Indsamling til eksport			
Regenerering til PS			
RUNI Aps	400	400	400
8 indsamlingscentre		400	1.200
Forbrugsændring af EPS/PS virgine råvarer	÷ 480	÷1.200	÷ 2.000

Scenario 1

Scenario 1 beskriver udgangssituationen (nu situationen) (2001).

Det totale potentiale er opgjort til 4.985 tons. Indsamlingspotentialet kendes ikke, men det skønnes at udgøre ca. 80 % af det totale potentiale, i alt 4.000 tons.

Der indsamles i dag ca. 80 tons gennem Plastindustriens indsamlingsordning (minus RUNI). Næsten alle 80 tons eksporteres i dag.

På landets genbrugscentre omdannes EPS-emballage til hulrumsisolering. Den eksakte mængde kendes ikke, men den skønnes at være ubetydelig.

Indsamling til eksport varetages primært af RUNI Aps der oparbejder EPS-fiskekasser til eksport. Denne mængde udgjorde i 2001 ca. 400 tons. Eksporten sker til østen hvor materialet oparbejdes til PS-regenerat.

Den samlede genanvendelse udgør altså i udgangssituationen 480 tons hvilket betyder at der er en forbrugsændring/besparelse på 480 tons virgine EPS/PS-råvarer.

4.505 tons tilføres forbrænding.

Scenario 2

I scenario 2 øges genanvendelsen fra 480 tons til 1.200 tons. Dette sker ved en øget indsamling gennem plastindustriens indsamlingsordning. Der indsamles i alt 400 tons, og disse anvendes som tilsætning til produktion af nye produkter som non-food-emballager og isoleringsplader.

Indsamlingen til eksport øges ved oprettelsen af 8 indsamlingscentre i Danmark. Der indsamles i alt 400 tons.

RUNI's indsamling af fiskekasser til eksport forudsættes uændret at udgøre 400 tons.

Den samlede genanvendelse udgør altså i scenario 2 i alt 1.200 tons hvilket betyder at der er en forbrugsændring/besparelse på 1.200 tons virgine EPS/PS-råvarer.

3.785 tons tilføres forbrænding.

Scenario 3

I scenario 3 øges genanvendelsen til 2.000 tons. Dette sker i forhold til scenario 2 udelukkende ved en øget indsamling til eksport. Indsamlingen sker gennem de i scenario 2 nævnte 8 indsamlingscentre. Der indsamles i alt 1.200 tons til eksport.

RUNI's indsamling af fiskekasser til eksport forudsættes uændret at udgøre 400 tons.

2.985 tons tilføres forbrænding.

6 Miljømæssig vurdering af genanvendelse kontra forbrænding af EPS i Danmark

6.1 Miljøøkonomiske data

6.1.1 Fremstilling af virgin EPS

Ressource- og emissionsdata

De miljømæssige forhold ved fremstilling af EPS-råvare er beskrevet i "LCA report Polystyrene Expandable EPS" APME 1996.

Energiforbrug ved produktion af 1 kg EPS-råvare fremgår af Tabel 6.1.

Tabel 6.1 Energiforbrug ved produktion af 1 kg EPS-råvare

Elektricitet kulbaseret	3,38 MJ
Olie	34,04 MJ
Gas	46,23 MJ
I alt	83,66 MJ

Emissioner til luften ved produktion af 1 kg EPS-råvare fremgår af Tabel 6.2.

Tabel 6.2 Emissioner til luften ved produktion af 1 kg EPS-råvare

CO ₂	2.500 gram
SO ₂	9,70 gram
NO _x	12,0 gram
Methane	9,50 gram

Økonomi

Prisen på nyvare er 8-9 kr. pr. kg (2002).

6.1.2 Fremstilling af EPS-produkter

Ressource- og emissionsdata

Ifølge Miljørederegørelse 2000 fra Styropack kan energiforbruget til fremstilling af EPS-produkter opgøres til 42 MJ pr. kg inklusive forbrug til administration mv.

Energiforbruget fordeler sig på naturgas til dampproduktion på 36 MJ pr. kg og på el i alt 6 MJ pr. kg.

Spild fra produktionen som sendes til forbrænding udgør ca. 1 % af den samlede produktion.

I løbet af 2002 vil spildprocenten reduceres til ca. 0,1 %.

EPS-råvaren indeholder ca. 5 % pentan, og næsten hele pentanmængden (80 %) frigives gennem produktionsforløbet. Pentanemissionen udgør ca. 50 gram pr. kg produkt.

Luftemissionerne ved produktion af 1 kg EPS-færdigvarer fremgår af Tabel 6.3.

Tabel 6.3 Luftemissioner fra damp- og elproduktion

Gram emissioner pr. produceret kg produkt		
		2000
Naturgas	SO ₂	0
	NO _x	2,03
	CO ₂	2.008
El	SO ₂	2,8
	NO _x	2,7
	CO ₂	1.204
Total	SO ₂	2,8
	NO _x	4,73
	CO ₂	3.212

6.1.3 Forbrænding af EPS

Hvis EPS forbrændes ved høj temperatur og med luftoverskud, sker der en fuldstændig forbrænding, og der dannes ingen farlige røggasser.

Når polystyren brænder ved en temperatur på 800-900 °C i et affaldsforbrændingsanlæg vil der foruden carbonmonoxid, carbondioxid, vand og sod også dannes styren- monomer, -dimer og -trimer foruden benzaldehyd, methan, acetylen og PAH'er i mindre mængder. /Substitution af PVC med andre plastmaterialer. Miljøstyrelsen 1987/

Når der i affaldet i forvejen findes store mængder klor i form af almindeligt bordsalt er der risiko for at polystyren i et affaldsforbrændingsanlæg på linie med mange andre materialer vil bidrage til dannelsen af dioxiner, furaner, hexaklorbenzen og klorphenoler./ R.A. Hawley-Fedder, M.L. Parsons, F.W. Karasek and G. Baggett/

Ressource- og emissionsdata

Der er ved opgørelsen af ressource og emissionsdata ikke taget hensyn til en eventuel dannelse af dioxiner, furaner, hexaklorbenzen og klorphenoler. Det er et overordentlig kompliceret problem som økonomien i dette projekt ikke tillader behandles nærmere.

Ved forbrænding af EPS anvendes iflg. UMIP den nedre brændværdi af EPS der udgør 39 MJ pr. kg.

Der kalkuleres med en energidnyttelse på et gennemsnitligt dansk forbrændingsanlæg på 75 % hvilket betyder en energiproduktion (80 % varme og 20 % el) på $0,75 \times 39 = 29$ MJ pr. kg EPS.

Emissioner til luften pr. kg forbrændt EPS fremgår af Tabel 6.44. Tallene er oplyst af UMIP.

Tabel 6.4 Emissioner til luften pr. kg forbrændt EPS

CO ₂	3.300 gram
CO	11 gram
NO _x	1,2 gram

Økonomi

Udgifterne til affaldsforbrænding er kalkuleret til 350 kr. pr. ton plus affaldsavgift 330 kr. pr. ton./Samfundsøkonomisk analyse af bortskaffelse af plastflaske- og dunkeaffald fra husholdninger. Miljøstyrelsen 2001/

6.1.4 Indsamling og transport

Emballageforsyningen i Danmark 2000 opgør forsyningen af EPS-emballager i Danmark (produktion + import ÷ eksport af såvel tomme som fyldte emballager) til 4.985 tons.

Som emballage anvendes EPS til:

- Kødbakker
- Engangsservice
- Grøntkasser
- Fiskekasser
- Blomsterbakker
- Emballage til:
 - Køleskabe
 - Computere
 - Tekniske artikler
 - mv.
- Emballagechips (løst pakkefyld).

Der findes ingen opgørelser over den danske forsyning af de enkelte EPS-emballageprodukter, men anvendelsen til kødbakker, æggebakker mv. samt til engangsservice anses for meget beskedent.

Det er ikke muligt at opgøre hvor meget EPS der i Danmark kan indsamles til genanvendelse, men erfaringer fra udlandet viser at der indsamles fra 10 % (USA), og der er forventninger om helt op til 60-70 % (Norge, grundet det store forbrug af EPS til fiskekasser).

Kun rent og tørt EPS kan indsamles og genanvendes, dog også fiskekasser. Det er vigtigt at eksempelvis grøntsagskasser ikke indeholder jord og sand.

Det kan være svært at skelne mellem EPS, opskummet polystyren (EPE) og opskummet polypropylene (EPP). Alle tre produkter indeholdes i begrebet Flamingo.

Vægtfylden for EPS ligger mellem 15 og 60 gram pr. liter, typisk 20 gram pr. liter, og EPS kan med mekanisk udstyr komprimeres op til 30 gange. Det betyder eksempelvis at 1 ton fiskekasser der har et volumen på 134.000 liter, kan komprimeres ned til under 5.000 liter.

Ukomprimeret EPS-emballage regnes at have en vægtfylde på ca. 10 kg/m³

(SCA Packaging Flamingo oplyser at transport af brugt EPS-emballage kan ske i 1 m³ store plastposer med en samlet gennemsnitlig vægt på 8,63 kg pr. m³).

Ressource- og emissionsdata

Ressource- og emissionsdata for indsamling og transport beregnes med baggrund i Trafikministeriets Tema: "En model for transporters emissioner, april 1996".

Transporters emissioner fremgår af Tabel 6.5.

Tabel 6.5 Trafikministeriets Tema: En model for transporters emissioner, april 1996.

	Nyttelast 6,3 tons	Nyttelast 3,2 tons
<i>Bykørsel</i>		
Km pr. liter	2,8	5,3
Gram CO ₂ pr. km	937	498
Gram NO _x pr. km	12,1	3,8
Gram SO ₂ pr. km	0,15	0,08
Gram CO pr. km	1,6	1,8
Gram partikler pr. km	0,57	0,24
<i>Landevej</i>		
Km pr. liter	4,7	6,0
Gram CO ₂ pr. km	553	433
Gram NO _x pr. km	7,3	2,8
Gram SO ₂ pr. km	0,74	0,97
Gram CO pr. km	0,58	0,54
Gram partikler pr. km	0,08	0,07

Økonomi

Der er i forbindelse med transport til genanvendelse kalkuleret med en km pris på 6 kr.

6.1.5 Anlæg til genanvendelse

RUNI sneglekomprimator Type SK 370 H

Opriver og komprimator.

Komprimerer EPS-emballagen i forholdet 50:1 hvorved opnås en vægtfylde på ca. 300 kg/m³.

Kapacitet 200 kg pr. time.

Ressourcedata

Effektforbrug 16,65 kW.

Økonomi

Pris 250.000 kr.

Driftsudgifter 25.000 kr. pr. år.

Bemanding 1 mand.

RUNI's anlæg i Hirtshals

Transportbånd, opriver, blæser og komprimator.

Komprimerer EPS-emballagen i forholdet 50:1 hvorved opnås en vægtfylde på ca. 300 kg/m³.

Kapacitet Trin 1: Oprivning 700-800 kg pr. time eller ca. 1.000 fiskekasser
Trin 2: Komprimering 180 kg pr time.

Ressourcedata

Effektforbrug 25 kW.

Økonomi

Pris ca. 1 mio. kr.

Driftsudgifter 70.000 kr. pr. år.

Bemanding 1 mand.

Det komprimerede materiale afsættes til 400 kr. pr. ton til eksport (2001).

Prisen er ab anlæg i Hirtshals.

ARP Scandinavia AM 15 granulator

Granulerer direkte ned i en 250 liter sæk.

Kapacitet 10 m³ pr. time.

Ressourcedata

Effektforbrug 1,5 kW.

Økonomi

Bemanding 1 mand.

Pris 36.000 kr.

Driftsudgifter 3.000 kr.

Replast A/S

Replast A/S vil kunne regenerere komprimeret EPS-affald, men kan ikke udtale sig om kvaliteten og afsætningsmulighederne for regeneratet. Det vurderes at energiforbruget vil være stort set uændret i forhold til regenerering af LDPE-folie, mens omkostningerne vurderes at være noget større. Energiforbruget ved regenerering vil andrage ca. 1 kW pr. kg, og omkostningerne vil sandsynligvis andrage 3-5 kr. pr. kg.

6.1.6 Elproduktion i Danmark

Ressource- og emissionsdata

Emissioner fra elproduktionen i Danmark er i "LCA Livscyklusvurdering af dansk el og kraftvarme" www.elsam.dk fremgår af Tabel 6.6.

Tabel 6.6 Emissioner fra elproduktionen i Danmark

CO2	576 g/kWh	160 g/MJ
SO2	1,8 g/kWh	0,5 g/MJ
NOx	1,4 g/kWh	0,39 g/MJ

1 kWh = 3,6 MJ

Økonomi

Elforbrug afregnes til 0,45 kr. pr. kWh.

6.1.7 EPS indsamlet til forbrænding

6.1.7.1 Miljødata

Fremstilling af EPS: Data fremgår af afsnit 6.1.1.

Fremstilling af EPS-produkter: Data fremgår af afsnit 6.1.2.

Indsamling til forbrænding

Indsamlingen regnes at ske i industricontainere. Ukomprimeret EPS-emballage har en vægtfylde på omkring 10 kg/m³.

Der indsamles i 25 m³ containere, og den gennemsnitlige transportafstand fra virksomhed til forbrænding og retur kalkuleres til 25 km.

Der er kalkuleret med et ressourceforbrug på 5,3 km pr. liter dieselolie svarende til 4,71 liter dieselolie for 25 km.

1 liter dieselolie modsvarer 41,8 MJ hvilket betyder et samlet ressourceforbrug på (4,71 x 41,8) 197 MJ.

Den transporterede mængde EPS udgør 250 kg hvilket betyder et ressourceforbrug på 0,78 MJ/ kg.

Forbrænding

EPS' nedre brændværdi regnes til 39 MJ. Der kalkuleres med en energiudnyttelse på 75 % på et gennemsnitligt forbrændingsanlæg. Det betyder en varme-/eludnyttelse på 29 MJ

I Tabel 6.7 er sammenstillet de miljømæssige data for EPS indsamlet til forbrænding.

Tabel 6.7 Miljø data forbrænding

	Fremstilling af EPS	Fremstilling af EPS-produkter	Indsamling til forbrænding	Forbrænding	Total pr. kg
Energiforbrug	84 MJ/kg	42 MJ/kg	0,78 MJ/kg	+29 MJ/kg	97,8 MJ/kg
Emissioner					
CO ₂	2.500 g/kg	3.212 g/kg	43 g/kg	3.300 g/kg	9.055 g/kg
SO ₂	9,7 g/kg	2,8 g/kg	0,0 g/kg		12,5 g/kg
NO _x	12,0 g/kg	4,7 g/kg	0,3 g/kg	1,2 g/kg	18,2 g/kg
CO			0,1 g/kg	11,0 g/kg	11,1 g/kg

6.1.7.2 Økonomidata

Forbrænding

Udgifter til indsamling og forbrænding beregnes på følgende måde: Leje samt tømning (hver 14. dag) af en industricontainer 20-25 m³ (samlet transportafstand ca. 25 km) koster ca. 450 kr. pr. tømning. Indhold 250 kg. Svarende til 1,80 kr./kg.

Udgifterne til affaldsforbrænding er kalkuleret til 350 kr./ton plus affaldsafgift 330 kr./ton. Svarende til 0,68 kr./kg.

Samlede omkostninger 1,80 + 0,68 = 2,48 kr./kg.

6.1.8 Plastindustriens indsamlingsordning

6.1.8.1 Miljødata

Fremstilling af EPS: Data for fremstilling af EPS-/PS-råvarer udgår i den miljømæssige analyse når der er tale om at det indsamlede EPS anvendes i ny produktion og derved substituerer virgint EPS eller eksporteres til regenerering til PS.

Fremstilling af EPS-produkter: Data fremgår af afsnit 6.1.2.

Indsamling til genanvendelse: Der er kalkuleret med to indsamlingssteder i Danmark. EPS-emballagen afhentes hos kunden i 1 m³ plasticsække. Der er kalkuleret med afhentning i mængder af 25 m³. Vægtfylde 10 kg/m³. Gennemsnitlig transportafstand 75 km.

Der er kalkuleret med et ressourceforbrug på 5,3 km/liter dieselolie svarende til et samlet forbrug på 14,15 liter dieselolie for 75 km.

1 liter dieselolie modsvarer 41,8 MJ hvilket betyder et samlet ressourceforbrug på (14,15 x 41,8) = 591 MJ.

Den transporterede mængde EPS udgør 250 kg hvilket betyder et ressourceforbrug på 2,4 MJ/ kg.

Forarbejdning: Inden EPS-emballagen kan indgå i ny produktion, sker der en sortering og forarbejdning (neddeling mv.).

Ressourceforbruget ved forarbejdningen er 0,3 MJ/kg i form af el.

I Tabel 6.8 er sammenstillet de miljømæssige data for EPS indsamlet til forbrænding.

Tabel 6.8 Miljødata. Plastindustriens indsamlingsordning

	Fremstilling af EPS/PS	Fremstilling af EPS-produkter	Indsamling til genanvendelse	Forarbejdning	Total pr. kg genanvendt EPS
Energiforbrug	84 MJ/kg	42 MJ/kg	2,4 MJ/kg	0,3 MJ/kg	44,7 MJ/kg
Emissioner					
CO ₂	2.500 g/kg	3.212 g/kg	173 g/kg	48 g/kg	3.433 g/kg
SO ₂	9,7 g/kg	2,8 g/kg	0,0 g/kg	0,12 g/kg	2,9 g/kg
NO _x	12,0 g/kg	4,7 g/kg	1,1 g/kg	0,15 g/kg	6,0 g/kg
CO			0,2 g/kg		0,2 g/kg

6.1.8.2 Økonomi

Indsamling: Kørsel i lastvogn 75 km à 6 kr. pr. km, i alt 450 kr., plus opsamling (10-20 opsamlingssteder) 550 kr. I alt 1.000 kr.

Transporteret mængde 250 kg.

Samlet udgift 4,00 kr./kg.

Forarbejdning og sortering: Forarbejdning og sortering kan iflg. Styropack gennemføres for ca. 1,10 kr./kg inkl. forrentning, afskrivning og drift.

Anvendelse som tilsætning til nye produkter: For hvert kg EPS der genvindes, spares indkøb af virgint EPS. Virgint EPS koster ca. 8 kr./kg.

Samlet omkostning 4,00 kr. + 1,10 kr. ÷ 8,00. = ÷ 2,90 kr.

Anvendes til eksport: Prisen for komprimeret EPS til eksport er vurderet til 0,40 kr. pr. kg, men kan variere meget. Det har ikke været muligt at få oplyst nogen officiel pris på komprimeret EPS til eksport.

For hvert kg EPS der eksporteres, er den samlede omkostning $4,00 + 1,10 \div 0,40 = 4,70$ kr.

6.1.9 EPS indsamlet til hulrumisolering

Der er ikke gennemført særskilt beregning på genbrug af EPS til hulrumisolering, idet det drejer sig om en meget beskeden mængde. Den eventuelle mængde er regnet som hørende under Plastindustriens indsamlingsordning.

6.1.10 EPS indsamlet til eksport til regenerering til PS

6.1.10.1 Miljødata

Fremstilling af EPS: Data for fremstilling af EPS-/PS-råvarer udgår i den miljømæssige analyse når der er tale om at det indsamlede EPS anvendes i ny produktion og derved substituerer virgint EPS eller eksporteres til regenerering til PS.

Fremstilling af EPS-produkter: Data fremgår af afsnit 6.1.2.

Indsamling til genanvendelse: Der er kalkuleret med oprettelse af 8 indsamlingscentre i hele landet. Med en indsamlingsradius på ca. 50 km kan disse 8 centre dække hele landet.

EPS-emballagen bringes af kunden til indsamlingscentret i 1 m³ plasticsække. Meget store mængder kan evt. afhentes. Transporten fra kunden til indsamlingscentret er kalkuleret til at finde sted lejlighedsvis sammen med anden transport.

Der er derfor ikke kalkuleret med noget ressourceforbrug til indsamling.

Hvis indsamlingen skal ske som en henteordning, vil ressourceforbruget være af samme størrelsesorden som angivet under Plastindustriens indsamlingsordning, ca. 2,4 MJ/kg.

Genanvendelse 1: Genanvendelse 1 omfatter oprivning og komprimering på 8 indsamlingscentre.

Hvert indsamlingscenter er udstyret med en RUNI sneglekomprimator, type SK 370 H. Kapacitet 200 kg/time. Effektforbrug 60 MJ (16,65 kW) hvilket betyder et effektforbrug på 0,3 MJ/kg.

(8 anlæg svarer til en kapacitet på ca. $8 \times 200 \times 1.600 \text{ kg} = 2.560 \text{ tons/år}$). Efter komprimering er vægtfylden øget til 300 kg/m³. En 25 m³ lastvogn kan derfor transportere 7.500 kg.

Transport til eksport: Der er kalkuleret med eksport fra et sted centralt i Danmark. Det betyder gennemsnitlige transportafstande fra de 8 indsamlingscentre på 150 km.

Der er kalkuleret med et ressourceforbrug på 5,3 km/liter dieselolie svarende til et samlet forbrug på 28,3 liter dieselolie for 150 km.

1 liter dieselolie modsvarer 41,8 MJ hvilket betyder et samlet ressourceforbrug på $(28,3 \times 41,8) = 1.183$ MJ.

Den transporterede mængde EPS er her kalkuleret til 25 m³ og udgør 7.500 kg hvilket betyder et ressourceforbrug på 0,16 MJ/ kg.

Genanvendelse 2: Genanvendelse 2 omfatter regenerering i udlandet, primært østen.

De nærmere energi- og miljøforhold ved regenerering af EPS i Østen er ukendte. I Danmark sker der ikke regenerering af EPS, men kun af LDPE. Det har ikke været muligt at få oplyst nogen data på energiforbruget ved regenerering af EPS til PS.

Det er antaget at energi- og miljøforholdene ved regenerering af EPS til PS energi- og miljømæssigt er de samme som ved regenerering af LDPE. Energiforbruget ved regenerering af rent LDPE er på 3,6 MJ/kg.

I Tabel 6. er sammenstillet de miljømæssige data for indsamlet EPS.

Tabel 6.9 Miljødata. Indsamling til eksport

	Fremstilling af EPS/PS	Fremstilling af EPS-produkter	Indsamlet til genanvendelse	Genanv.1 Oprivn. og kompr. Elforbrug	Transport til eksport Let diesel	Genanv. 2 Regenerering Elforbrug	Total pr. kg genanvendt EPS
Energiforbrug	84 MJ/kg	42 MJ/kg	0	0,3 MJ/kg	0,16 MJ/kg	3,6 MJ/kg	46,8 MJ/kg
Emissioner							
CO ₂	2.500 g/kg	3.212 g/kg	0	48 g/kg	8,7 g/kg	678 g/kg	3.990 g/kg
SO ₂	9,7 g/kg	2,8 g/kg	0	0,1 g/kg		1,4 g/kg	4,3 g/kg
NO _x	12,0 g/kg	4,7 g/kg	0	0,2 g/kg	0,1 g/kg	1,8 g/kg	7,1 g/kg
CO					0,0 g/kg		0,1 g/kg

6.1.10.2 Økonomidata

Indsamling til genanvendelse: EPS-affald bringes af virksomheder og affaldsselskaber i eksempelvis 1 m³ plastsække, som i Plastindustriens indsamlingsordning til et af de 8 indsamlingscentre.

Indsamlingscentrene er tænkt tilknyttet eksempelvis affaldsforbrændingsanlæg. Der er ikke kalkuleret med udgifter til bygningsmæssige forhold.

Transporten fra kunden til indsamlingsstedet er kalkuleret til at finde sted lejlighedsvis sammen med anden transport, og omkostningerne er derfor kalkuleret til 0 kr. Denne omkostning på 0 kr. er noget hypotetisk, og konsekvenserne diskuteres i afsnit 7.1.

Såfremt indsamlingen skal ske som en henteordning, vil omkostninger være af samme størrelsesorden som angivet i Plastindustriens indsamlingsordning, ca. 4 kr./kg.

Genanvendelse 1:

Oprivning og komprimering:

Investering i 1 stk. RUNI sneglekomprimator, type SK 370 H. Kapacitet 200 kg/time. Pris 250.000 kr.

Afskrivning 10 år, rente 6 %.

Afskrivning og forrentning 32.500 kr./år.

Elforbrug 16,65 kWh i 1.600 timer = 26.640 kWh à 0,45 kr./kWh = 12.000 kr.

Driftsudgifter 3.000 kr./år.

Bemanding 1 mand = 240.000 kr. (140 kr. pr. time) ved fuld kapacitet svarende til 1.600 timer à 200 kg = 320 tons.

Samlet udgift ved x % udnyttelse: 32.000 kr. + x/100 (3.000 + 12.000 + 240.000) kr. = 32.000 kr. + x/100 (255.000) kr.

Transport til eksport:

Der er kalkuleret med eksport fra et sted centralt i landet. Gennemsnitlig transportafstand 150 km.

Kørsel i lastvogn 150 km.

Omkostning 6 kr. pr. km eller i alt 900 kr.

Transporteret mængde 7.500 kg.

Samlet udgift 0,12 kr./kg.

Genanvendelse 2:

Miljømæssigt er der kalkuleret med regenerering i Danmark. Reelt sker regenerering i udlandet, primært Indien/Kina.

Prisen for komprimeret EPS til eksport er vurderet til 0,40 kr. pr. kg, men kan variere meget.

Samlede omkostninger:

Kan ikke umiddelbart beregnes da det afhænger af udnyttelsesgraden af anlæg til oprivning og komprimering.

6.2 Scenarier

Scenario 1

Tabel 6.10 Scenario 1

	Energiforbrug TJ	CO2 Ton	SO2 Ton	NOx Ton	CO Ton	Samlede omkostninger inkl. affaldsafgift mio. kr.
Forbrænding 4.495 tons	440,589	40.792	56,3	82,0	40,0	11,172
Indsamlet P.I. 80 tons eksport	3,576	275	0,23	0,48	0,02	0,376
Indsamlet RUNI 400 tons eksport	18,424	1.579	1,7	2,7	0	0,364
I alt	462,589	42.646	58,23	85,18	50,02	11,912

Ved RUNI's indsamling til eksport er der kalkuleret med en gennemsnitlig udnyttelse af anlæg til oprivning og komprimering på 25 %. Der er kalkuleret med 5 anlæg hvilket betyder en tilførsel til hvert anlæg på 80 tons. De 5 anlæg ligger alle meget tæt ved kilden, dvs. at der ingen transport finder sted i forbindelse med indsamling.

Det medfører en udgift til oprivning og komprimering pr. anlæg på 32.000 kr. + 0,25 (255.000) = 95.750 kr. eller 1,19 kr./kg.

De samlede omkostninger ved RUNI's indsamling til eksport bliver (iflg. kalkulationerne i afsnit 6.1.10.2) 1,19 kr./kg + 0,12 kr./kg ÷ 0,40 kr./kg = 0,91 kr./kg.

Scenario 2

Tabel 6.11 Scenario 2

	Energi- forbrug TJ	CO2 Ton	SO2 Ton	NOx Ton	CO Ton	Samlede omkostninger inkl. affaldsafgift mio. kr.
Forbrænding 3.785 tons	370,173	34.273	47,3	68,9	42,0	9,387
Indsamlet P.I. Genanvendes 400 tons	17,880	1.373	1,2	2,4	0,1	÷ 1,160
Indsamlet RUNI 400 tons eksport	18,424	1.579	1,7	2,7	0	0,364
Indsamlet 8 inds.centre Eksport 400 tons	18,424	1.579	1,7	2,7	0	0,448
I alt	424,901	38.804	51,9	76,7	42,1	9,039

På de 8 oprettede indsamlingscentre modtages i alt 400 tons svarende til 50 tons pr. indsamlingscenter. Kapaciteten pr. indsamlingscenter er 320 tons hvilket betyder en udnyttelsesgrad på 15 %. Det betyder en udgift til oprivning og komprimering på 32.000 kr. + 0,15 (255.000) kr. = 70.250 kr. eller 1,40 kr./kg.

De samlede omkostninger ved indsamling til eksport fra de 8 indsamlingscentre bliver (iflg. kalkulationerne i 6.1.10.2) $1,40 \text{ kr./kg} + 0,12 \text{ kr./kg} \div 0,40 \text{ kr./kg} = 1,12 \text{ kr./kg}$.

Scenario 3

Tabel 6.12 Scenario 3

	Energi- forbrug TJ	CO2 Ton	SO2 Ton	NOx Ton	CO Ton	Samlede omkostninger inkl. affaldsafgift mio. kr.
Forbrænding 2.985 tons	291,933	27.029	37,3	54,3	33,1	7,403
Indsamlet P.I. Genanvendes 400 tons	17,880	1.373	1,2	2,4	0,1	÷ 1,160
Indsamlet RUNI 400 tons eksport	18,424	1.579	1,7	2,7	0	0,364
Indsamlet 8 inds. centre Eksport 1.200 tons	55,272	4.736	5,16	8,16	0	0,852
I alt	383,509	34.717	45,36	67,56	33,2	7,459

På de 8 oprettede indsamlingscentre modtages i alt 1.200 tons svarende til 150 tons pr. indsamlingssted. Kapaciteten pr. indsamlingssted er 320 tons hvilket betyder en udnyttelsesgrad på 46 %. Det betyder en udgift til oprivning og komprimering på 32.000 kr. + 0,46 (255.000) kr. = 149.300 kr. eller 0,99 kr./kg.

De samlede omkostninger ved indsamling til eksport fra de 8 indsamlingscentre bliver (i flg. kalkulationerne i 6.1.10.2) $0,99 \text{ kr./kg} + 0,12 \text{ kr./kg} \div 0,40 \text{ kr./kg} = 0,71 \text{ kr./kg}$.

7 Sammenfattende vurdering for mulighederne for øget genanvendelse af EPS i Danmark

7.1 Sammenstilling af de tre scenarier

I Tabel 7.1 er resultaterne for de tre scenarier sammenstillet.

Tabel 7.1 sammenstilling af de tre scenarier

	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3
Energiforbrug TJ	462,589	424,901	383,509
<i>Emissioner:</i>			
CO2 tons	42.646	38.804	34.717
SO2 tons	58,2	51,9	45,36
NOx tons	85,2	76,7	67,6
CO tons	50,0	42,1	33,2
Samlede omk. mio. kr.	11,91	10,74	8,80

I Tabel 7.2 er vist forskydninger i scenario 2 og 3 i forhold til scenario 1.

Tabel 7.2 forskydninger i scenario 2 og 3 i forhold til scenario 1

	Scenario 2	Scenario 3
Energiforbrug TJ	+ 37,688	+ 79,080
<i>Emissioner:</i>		
CO2 tons	+ 3.892	+ 7.929
SO2 tons	+ 6,3	+ 12,8
NOx tons	+ 8,5	+ 17,6
CO tons	+ 7,9	+ 16,8
Samlede omk. mio. kr.	+ 1,17	+ 3,11

Som det fremgår af Tabel 7.2, er der i både scenario 2 og 3 tale om væsentlige gevinster på de anvendte miljøfaktorer og mindre gevinster på den samlede virksomhedsøkonomi.

At der er tale om gevinster på alle miljøfaktorer skyldes primært, at der ved forbrænding kun genvindes 29 MJ/kg EPS der forbrændes, mens der til fremstilling af virgin EPS-råvare forbruges 84 MJ/kg.

Det er også værd at bemærke at energiforbrug og emissioner fra indsamling og transport (se Tabel 6.7, Tabel 6.8 og Tabel 6.9) kun udgør en meget beskeden andel af det samlede energiforbrug og de samlede emissioner.

Den virksomhedsøkonomiske besparelse er af mindre omfang. Besparelsen udgøres af både reducerede omkostninger til bortskaffelse af EPS til forbrænding hos affaldsproducenterne og af besparelser hos producenterne af EPS-produkter til indkøb af virgine råvarer.

I de virksomhedsøkonomiske beregninger er der gjort den forudsætning at EPS afsat til eksport kan indbringe 400 kr./ton. Såfremt eksportprisen reduceres til 0 kr./ton, vil det betyde en reduktion af de

virksomhedsøkonomiske gevinster i scenario 2 på 0,32 mio. kr. og i scenario 3 på 0,64 mio. kr.

Der er endvidere gjort den forudsætning at indsamling til de 8 indsamlingscentre i scenario 2 og 3 sker som led i en for affaldsproducenten i øvrigt nødvendig transport og derfor kan betragtes som gratis.

Omkostningerne til oparbejdning og eksport fra de 8 indsamlingscentre er opgjort til at ligge mellem 0,71 og 1,12 kr./kg. Indsamling til forbrænding er opgjort til 2,48 kr./kg så der er altså en difference på mellem 1,36 og 1,77 kr./kg til dækning af evt. indsamlingsomkostninger.

Hvorvidt 1,36–1,77 kr./kg kan dække evt. ekstra indsamlingsomkostninger, vil afhænge af den enkelte virksomheds årlige EPS-affaldsmængde og den enkelte virksomheds logistik. Man skal her huske på at 1 m³ EPS-affald vejer ca. 10 kg.

7.2 Konkluderende bemærkninger

Plastindustriens indsamlingsordning er baseret på en forholdsvis dyr løsning, og de indsamlede mængder bliver i et meget væsentligt omfang eksporteret. Dvs. at mængderne ikke genanvendes i produktionen, og dermed opnås ikke besparelsen i indkøb af ny råvare. Det betyder at det koster industrien penge at foretage indsamlingen.

Hvis de indsamlede mængder i langt højere grad kunne anvendes i produktionen af nyvare, ville der kunne blive tale om betragtelige besparelser ved indsamlingen.

Det kræver imidlertid et meget højt hygiejneniveau ved håndtering af brugt EPS, idet selv ganske små urenheder kan gøre det umuligt at genanvende EPS til nyvarer.

Produktionen af isoleringsplader af EPS udgør i Danmark ca. 9.000 tons/år. Plastindustrien opgiver at det er muligt at tilsætte op til 30 % rent EPS-affald til produktionen. Der ville i så fald kunne genanvendes op til 3.000 tons/år.

Som det fremgår af afsnit 6.1.8, er indsamling af EPS til genanvendelse som tilsætning til ny produktion den absolut mest økonomisk fordelagtige løsning.

Indsamling til eksport afhænger af afsætningsprisen. Da denne pris kan variere ganske betragteligt over ganske korte perioder, er indsamling til eksport risikofyldt. Eksportprisen er i beregningerne i denne rapport sat til 400 kr./ton (prisen i 2001), men den kan variere meget. Ved denne rapport afslutning medio 2002 var eksportprisen faldet til 0 kr./tons.

Ved aflevering til et af de i scenario 2 og 3 skitserede 8 opsamlingssteder kan EPS-affald afleveres for mellem 0,71 og 1,12 kr./kg. Hertil skal lægges virksomhedens omkostninger til intern opsamling samt transport til opsamlingsstedet. Virksomhedens besparelse udgøres af de mindre omkostninger til affaldsbortskaffelse til forbrænding. Som det fremgår af beregningerne, er der tale om små besparelser. Der vil for de fleste affaldsproducenter være tale om forholdsvis små (i ton) mængder EPS-affald, og besparelserne ved at frasortere og aflevere til genbrug frem for til forbrænding vil være små.

Der skal altså være tale om væsentlige affaldsmængder før de økonomiske fordele kan begrunde en speciel intern opsamling og efterfølgende transport.

Hvis etableringen af de skitserede 8 opsamlingssteder skal ske på privatøkonomisk basis, må der være sikkerhed for både tilførte mængder og for afsætning.

Affaldsselskaberne i Danmark kunne sammen etablere de 8 opsamlingssteder og gennem affaldsregulativer sikre tilførsel af mængder. Afsætningen kunne så først og fremmest ske til dansk EPS-industri og dernæst til eksport.

Etableringen af de 8 opsamlingssteder bør koordineres med RUNI Aps der i forvejen har flere anlæg placeret primært ved fiskeindustrien.

Som det fremgår af scenarierne, indgår der tre forskellige indsamlingsordninger og mange forarbejdningsanlæg med lav udnyttelsesgrad. Ved en evt. iværksættelse af en øget indsamling af EPS til genanvendelse vil det være naturligt at forsøge at samle de tre ordninger i én ordning med følgende øget effektivitet og øgede virksomhedsøkonomiske resultater.

Inden for fiskeindustrien og inden for området frugt og grønt anvendes mange EPS-kasser. Derudover er EPS-produkterne spredt ud over alle brancher og ud over alle husholdninger i form af primært beskyttende emballage. Der er altså primært tale om mange små kilder.

Det allervæsentligste problem ved genanvendelse af EPS-produkter er produkternes vægtfylde som affald. Ca. 10 kg/m³. Det gør indsamling og transport overordentlig dyrt.

Det videre arbejde med at øge genanvendelsen af EPS i Danmark bør ske ved et samarbejde mellem EPS-producenterne, RUNI Aps samt affaldsselskaberne i Danmark (RenoSam). De miljømæssige fordele er store, medens de økonomiske fordele er marginale. Men kan man gennem det nævnte samarbejde øge mængden af EPS til genanvendelse i nye produkter (eksempelvis isoleringsplader), kan de økonomiske fordele også blive væsentlige.

8 Litteraturliste

1. Recycling and recovery of Plastics, Brandrup, Bittner, Menges, Michaeli, Hanser Verlag, 1996, ISBN 1-56990-214-3.
2. Plastics Recycling - Products and Processes, R.J. Ehrig, Hanser Verlag, 1992, ISBN 1-56990-015-9
3. Brochuren "EPS-emballage - pakker produkterne miljøansvarligt" udgivet af Plastindustrien i Danmark – sektionen for EPS-producenter.
4. R.A. Hawley-Fedder, M.L. Parsons, and F.W. Karasek, "Products Obtained During Combustion of Polymers Under Simulated Incinerator Conditions, II Polystyrene," *Journal of Chromatography*, #315, 1984, Elevier Science Publishers B.V., Amsterdam, The Netherlands.
5. 5. G. Baggett, "Basic Chemistry of [Dioxins](#) and Furans" (presentation to the Air Toxics Symposium, Air Pollution Control Association in April 1987.)
6. APME "LCA report Polystyrene Expandable EPS"
7. Miljøredegørelse 2000 fra Styropack
8. Substitutionsmuligheder for PVC Miljøprojekt nr. 131, 1990
9. Trafikministeriets Tema: En model for transporters emissioner, april 1996.
10. LCA Livscyklusvurdering af dansk el og kraftvarme" www.elsam.dk
11. Statistik for plastemballage 2000. Miljøstyrelsen 2002.
12. EUWID no. 25, december 2001, side 24
13. Samfundsøkonomisk analyse af bortskaffelse af plastflaske- og dunkeaffald fra husholdninger. Miljøstyrelsen 2001.
14. Emballageforsyningsmængden i Danmark. Miljøstyrelsen 2002

Oversigt over spørgsmål

Spørgsmål til EPS-producenter

1. Hvilke stoffer (antistatika, farve mv.) tilsættes til EPS'en som kan give problemer ved genbrug?
2. Genbruger I jeres fejlproduktion (kg/mdr.)?
3. Modtager eller indsamler I selv EPS?
4. Hvis nej, hvorfor tager I ikke EPS retur?
5. Hvis ja, hvorfra indsamles/modtages der EPS (transportfirmaer, radio-, tv-, elektronikforhandlere, andre)?
6. Hvilke EPS-fraktioner indsamles der (transportemballage, fyld, andet)?
7. Hvor meget indsamles/modtages der (kg/mdr.) og evt. %-del af vurderet potentiale?
8. Komprimeres/granuleres EPS'en inden transport?
9. Hvad er vurderingen af indsamlingen (interesse fra kunder, kvaliteten af det indsamlede, muligheder for at genbruge det indsamlede)?
10. Er der behov for sortering af den indkomne EPS (beskidt, andet plast o.lign.)?
11. Hvordan behandler I den indsamlede/modtagne EPS (granulerer, presser, smelter)?
12. Hvilke gode og dårlige erfaringer har I haft med udstyret?
13. Har I kendskab til/viden om hvilke fysiske/kemiske ændringer der sker med EPS'en ved behandlingen (fx termisk stabilitet, styrke, vandabsorption, statisk elektricitet)?
14. Hvad genbruges den indkomne EPS til?
15. Hvor meget kan der tilsættes af brugt EPS i fremstillingen af nyt i forbindelse med jeres produktion?
16. Hvilke problemer har I (haft) ved evt. genbrug af EPS?
17. Er det umiddelbart økonomisk rentabelt for jer at indsamle og genbruge EPS?
18. Andet (kommentarer, andre nyttige kontakter, hjemmesider mv.)

Spørgsmål vedr. indsamling og genbrug af EPS

EPS = Ekspanderet polystyren (flamingo)

1. Hvor meget (kg) indsamles der af EPS og evt. %-del af vurderet potentiale?
2. Hvilke EPS-fraktioner indsamles der (transportemballage, fyld, fødevareemballage etc.)?
3. Hvordan indsamles EPS (aflevering, afhentning)?
4. Granuleres/komprimeres EPS'en inden transport?
5. Hvis nej, hvorfor ikke?
6. Betaler afsender af EPS'en pr. kilo eller pr. læs?
7. Hvor mange kilo er der ca. pr. læs, og hvor stor er containeren?
8. Hvorfra indsamles der (elektronikforhandlere, møbel-/hårde hvidevareforhandlere, andre typer virksomheder, private m.fl.)?
9. Hvordan er kvaliteten af den indsamlede EPS (rent/beskidt, andet plast, mærkater o.lign.)?
10. Hvordan sorterer/reenser I den indkomne EPS?
11. Bearbejder I selv EPS'en (granulerer, presser, smelter mv.)?
12. Hvis ikke, hvor sendes den så hen?
13. Hvis I selv granulerer/presser EPS'en, hvilken massefylde/komprimeringsgrad kan I da opnå?
14. Hvilket udstyr bruger I til neddeling/presning?
15. Hvilke gode og dårlige erfaringer har I haft med udstyret?
16. Har I kendskab til/viden om hvilke fysiske/kemiske ændringer der sker med EPS'en ved behandlingen (fx termisk stabilitet, styrke, vandadsorption, statisk elektricitet)?
17. Hvem afsættes EPS'en til?
18. Hvad bruger modtageren EPS'en til?
19. Er det umiddelbart økonomisk rentabelt for jer at indsamle/genbruge EPS?
20. Andet (andre steder der indsamler og genbruger EPS, andre aftagere af genbrugs-EPS mv.)