

Miljøprojekt nr. 202

1992

Genanvendelse kontra forbrænding af mælkekartoner

Miljøprojekt

- Nr. 62: Luftforurening med kvælstofoxider i Danmark
- Nr. 63: Anvendelse af analyseresultater ved vandkontrol
- Nr. 64: Kosmetik - bivirkninger
- Nr. 65: Miljøfremmede stoffer i kommunalt spildevand
- Nr. 66: Undersøgelser af blødt aggressivt vand
- Nr. 67: Kilder til grundvandsforurening
- Nr. 68: Overflade aktiveret iltning af ferrojern i vand fra Hvidmosen
- Nr. 69: Forbrug og forurening med chlorphenoler
- Nr. 70: Organiske opløsningsmidler
- Nr. 71: Kviksløv i havneslam
- Nr. 72: Organic solvents
- Nr. 73: Arealanvendelse og geologi - nitrat i grundvand
- Nr. 74: Kviksløv i danske ferskvandsøkosystemer
- Nr. 75: Forureningstilstanden i danske svømmebade
- Nr. 76: Nitrat og pH i drikkevand
- Nr. 77: Kviksløv i jord
- Nr. 78: Drænvandskvalitet fra pyritholdige arealer
- Nr. 79: Leptospirabakterier i rotter ved dambrug og landbrug
- Nr. 80: Svømmebade og sygdomsrisici
- Nr. 81: Lokale forureninger og helbredseffekter
- Nr. 82: QSAR og toksikologi - en ny strategi i kemikalievurdering
- Nr. 83: Forurening fra gamle affaldsdepoter uden kemikalieaffald
- Nr. 84: Alternativ lossepladsteknologi - en litteraturgennemgang
- Nr. 85: Tilførsel af næringsstoffer til vandløb
- Nr. 86: Genanvendelse af tekstilaffald
- Nr. 87: Substitution af PVC-plast med andre plastmaterialer
- Nr. 88: Emballage til mælk og juice
- Nr. 89: Vandressourcerne og klimasvingninger
- Nr. 90: Nikkelafgivelse fra metallegeringer
- Nr. 91: Algetoksicitetstest
- Nr. 92: CFC-forbrugsmønster i Danmark
- Nr. 93: Mikrobiel nedbrydning af miljøfremmede stoffer i grundvand
- Nr. 94: Genanvendelse af madaffald fra storkøkkener i København
- Nr. 95: Bundfaunaundersøgelser som redskab til overvågning
- Nr. 96: Svovlbrintedannelse og -kontrol i trykledninger
- Nr. 97: Renere teknologi i fiskeindustrien
- Nr. 98: Renere teknologi i træ- og møbelbranchen
- Nr. 99: Kompostering af haveaffald i Frederiksborg amt
- Nr. 100: Hazard assessment of 1,1,1-trichloroethane
- Nr. 101: Organiske opløsningsmidler i husholdningsprodukter
- Nr. 102: Fuglefaunaen på konventionelle og økologiske landbrug
- Nr. 103: Sprøjtefri randzoner i kornmarker
- Nr. 104: Miljøforbedring ved hovedseparation i rejepilleindustrien
- Nr. 105: Forbrug af og forurening med bly i Danmark
- Nr. 106: Haloner - forbrugsmønster i Danmark
- Nr. 107: Galvanisk overfladebelægning uden affald og spildevand
- Nr. 108: Madaffald fra storkøkkener - organisation af indsamling og oparbejdning
- Nr. 109: Erstatningsstoffer for fosfat - spredning og effekter i miljøet
- Nr. 110: Olie/kemikalieaffald - en spørgeskemaundersøgelse
- Nr. 111: Undersøgelser af vejledende pyritgrænseværdier
- Nr. 112: Kvantitative og kvalitative kriterier for risikoaccept
- Nr. 113: Storskrald og haveaffald
- Nr. 114: Papirindsamling via specialcontainere og genbrugsstation
- Nr. 115: Vandmiljøplanens overvågningsprogram
- Nr. 116: Renere teknologi i svine- og kreaturslagteribranchen
- Nr. 117: Dioxinmission ved affaldsforbrænding
- Nr. 118: Klorilders betydning for dioxindannelse ved forbrænding
- Nr. 119: Okkerrensning i forbindelse med landbrugsmæssig dræning
- Nr. 120: Kontrol af køretøjer med katalysator
- Nr. 121: Forurenede industrigrunde
- Nr. 122: Indsamling af papir og pap fra erhvervsvirksomheder
- Nr. 123: Risikovurdering af forurenede grunde
- Nr. 124: Vedligeholdelse af køle-smøremidler
- Nr. 125: Fugleføde i kornmarker - insekter og vilde planter
- Nr. 126: Miljøvenlige malematerialer i jernindustrien
- Nr. 127: Miljøfremmede, organiske stoffer i kommunalt spildevand
- Nr. 128: Nedsivning fra byggeaffald
- Nr. 129: Genanvendelse af bygge- og anlægsaffald - del 1
- Nr. 130: Forureningsfri galvanomaskiner til værkstedsbrug
- Nr. 131: Miljøvurdering af PVC og udvalgte alternative materialer
- Nr. 132: PVC i kontorartikler, sundhedssektor, m. v.
- Nr. 133: PVC i byggeri og anlæg
- Nr. 134: PVC i emballage
- Nr. 135: Hjemmekompostering
- Nr. 136: Bearbejdning af danske måledata af regn og afstrømning

Miljøprojekt nr. 202

1992

Genanvendelse kontra forbrænding af mælkekartoner

Miljømæssig og økonomisk vurdering
af kasserede mælkekartoner

Udarbejdet af
Kirsten Pommer
Tom Andersen
Jens Erik Jelnes
Jan Bentzen
Dansk Teknologisk Institut. Miljøteknik

Rapporten er udarbejdet med tilskud fra Rådet vedr. genanvendelse og mindre forurenende teknologi.

De fremsatte synspunkter og konklusioner deles ikke nødvendigvis af Rådet, Miljøstyrelsen eller af den nedsatte følgegruppe.

Indhold

1.	Introduktion	9
1.1.	Formål	9
1.2.	Baggrund	9
1.3.	Projektets udførelse	10
1.4.	Vurderingsmetode	11
1.5.	Begrænsninger og forudsætninger	13
2.	Systembeskrivelse	15
2.1.	Introduktion	15
2.1.1.	Traditionel bortskaffelse af kartoner	16
2.1.2.	Genanvendelse af kartoner	16
2.2.	Indsamling og sortering	18
2.2.1.	Husstandsindsamlinger med andre fiber-materialer	18
2.2.2.	Husstandsindsamlinger sammen med glas	22
2.2.3.	Husstandsindsamlinger med kildesortering	23
2.2.4.	Containerindsamlinger	25
2.2.5.	Pantsystem	26
2.3.	Oparbejdning	28
2.3.1.	Introduktion	28
2.3.2.	Kartonproduktion	29
2.3.3.	Tissueproduktion	31
2.3.4.	Støbepapproduktion	33
2.4.	Anvendelsesmuligheder	34
2.4.1.	Karton	34
2.4.2.	Tissue	35
2.4.3.	Støbepap	35
3.	Ressourcer	36
3.1.	Introduktion	36
3.1.1.	Mælkekartonen	36
3.2.	Traditionel bortskaffelse	37
3.3.	Indsamling og sortering	38
3.3.1.	Husstandsindsamlinger med andre fibre	38
3.3.2.	Husstandsindsamlinger sammen med glas	40
3.3.3.	Husstandsindsamling med kildesortering	42
3.3.4.	Containerindsamlinger	43
3.3.5.	Pantsystem	44
3.4.	Oparbejdning	46
3.5.	Anvendelse	48
3.6.	Sammenfatning	48

4.	Hygiejniske og arbejdsmiljømæssige aspekter	51
4.1.	Introduktion	51
4.2.	Hygiejniske krav og forudsætninger	52
4.2.1.	Veterinærmyndighedernes krav	53
4.2.2.	Veterinærmyndighedernes bemærkninger	53
4.2.3.	Vurdering	54
4.3.	Arbejdsmiljøvurderinger	54
4.3.1.	Indsamling	54
4.3.2.	Sortering og opbalning	57
4.3.3.	Oparbejdning	59
4.3.4.	Bortskaffelse af polyethylenaffald	60
4.3.5.	Biprocesser	60
4.3.6.	Sammenfattende vurdering og konklusion	61
5.	Virksomhedsøkonomi	62
5.1.	Introduktion	62
5.1.1.	Metode	62
5.1.2.	Forudsætninger	63
5.2.	Traditionel bortskaffelse	64
5.3.	Husstandsindsamling med andre fibermaterialer	65
5.4.	Husstandsindsamlinger sammen med flasker	67
5.5.	Husstandsindsamlinger med kildesortering	69
5.6.	Containerindsamlinger	71
5.7.	Pantsystem	74
5.8.	Afsætning	75
5.9.	Sammenfatning	76
5.9.1.	De forskellige indsamlingsformer	76
5.9.2.	Behandling ved traditionel bortskaffelse	78
5.9.3.	Afsætning	79
6.	Samfundsøkonomiske vurderinger	80
6.1.	Samfundsøkonomisk vurderingsmetode	80
6.2.	Traditionel bortskaffelse af kartoner	81
6.2.1.	Husholdningsbehandling	82
6.2.2.	Indsamling	82
6.2.3.	Sortering, opbalning	83
6.2.4.	Anvendelse	83
6.3.	Husstandsindsamling med andre fibermaterialer	87
6.3.1.	Husholdningsbehandling	87
6.3.2.	Indsamling	88
6.3.3.	Sortering, opbalning	89

6.4.	Husstandsindsamlinger sammen med flasker	92
6.4.1.	Husholdningsbehandling	92
6.4.2.	Indsamling	92
6.4.3.	Sortering, opbalning	92
6.5.	Husstandsindsamlinger med kildesortering	94
6.6.	Containerindsamlinger	95
6.6.1.	Husholdningsbehandling	95
6.6.2.	Indsamling	95
6.6.3.	Sortering, opbalning	96
6.7.	Pantsystem	98
6.7.1.	Økonomien	98
6.8.	Samfunktøkonomien - konklusion	99
7.	Miljøvurderinger	102
7.1.	Introduktion	102
7.1.1.	Omfang	102
7.1.2.	Grundlag og forudsætninger	102
7.2.	Traditionel bortskaffelse	103
7.2.1.	Energi	103
7.2.2.	Emissioner	103
7.2.3.	Vurdering	105
7.3.	Husstandsindsamling med andre fibermaterialer	105
7.3.1.	Råvareforbrug	106
7.3.2.	Energiforbrug	106
7.3.3.	Emissioner	107
7.3.4.	Vurdering	109
7.4.	Husstandsindsamling sammen med flasker	109
7.5.	Husstandsindsamling med kildesortering	110
7.5.1.	Råvare- og energiforbrug	110
7.5.2.	Emissioner	111
7.5.3.	Vurdering	111
7.6.	Containeringsamlinger	111
7.6.1.	Råvare- og energiforbrug	111
7.6.2.	Emissioner	112
7.6.3.	Vurdering	112
7.7.	Pantsystemer	112
7.7.1.	Råvarer og energi	113
7.7.2.	Emissioner	114
7.7.3.	Vurdering	115

7.8.	Samlet vurdering	115
7.9.	Oparbejdning	115
7.9.1.	Råvareforbrug	116
7.9.2.	Energiforbrug	117
7.9.3.	Emissioner	118
7.9.4.	Vurdering	121
7.10.	Anvendelse	122
7.11.	Sammenfatning	122
8.	Sammenstilling	124
8.1.	Introduktion	124
8.1.1.	Vurderingsmetode	125
8.1.2.	Begrænsninger og forudsætninger	126
8.2.	Traditionel bortskaffelse	128
8.2.1.	Ressourcer	128
8.2.2.	Arbejdsmiljø	128
8.2.3.	Eksternt miljø	128
8.2.4.	Virksomhedsøkonomi	129
8.2.5.	Samfundsøkonomi	129
8.2.6.	Vurdering	130
8.3.	Husstandsindsamling sammen med andre fiber-materialer	130
8.3.1.	Ressourcer	130
8.3.2.	Arbejdsmiljø	131
8.3.3.	Eksternt miljø	131
8.3.4.	Virksomhedsøkonomi	133
8.3.5.	Samfundsøkonomi	133
8.3.6.	Vurdering	134
8.4.	Husstandsindsamlinger sammen med glas/flasker	134
8.4.1.	Ressourcer	134
8.4.2.	Arbejdsmiljø	135
8.4.3.	Eksternt miljø	135
8.4.4.	Virksomhedsøkonomi	135
8.4.5.	Samfundsøkonomi	136
8.4.6.	Vurdering	136
8.5.	Husstandsindsamlinger med kildesortering	137
8.5.1.	Ressourcer	137
8.5.2.	Arbejdsmiljø	137
8.5.3.	Eksternt miljø	138
8.5.4.	Virksomhedsøkonomi	138
8.5.5.	Samfundsøkonomi	138
8.5.6.	Vurdering	138

8.6.	Containerindsamlinger	139
8.6.1.	Ressourcer	139
8.6.2.	Arbejds miljø	139
8.6.3.	Eksternt miljø	140
8.6.4.	Virksomhedsøkonomi	140
8.6.5.	Samfundsøkonomi	140
8.6.6.	Vurdering	141
8.7.	Pantsystem	141
8.7.1.	Ressourcer	141
8.7.2.	Hygiejne og arbejds miljø	142
8.7.3.	Eksternt miljø	142
8.7.4.	Virksomhedsøkonomi	142
8.7.5.	Samfundsøkonomiske vurderinger	143
8.7.6.	Vurdering	143
8.8.	Oparbejdning og anvendelse	144
8.8.1.	Ressourcer	144
8.8.2.	Arbejds miljø	145
8.8.3.	Miljø	145
8.8.4.	Økonomi	146
8.9.	Vurdering af forudsætninger	146
8.10.	Sammenfatning	148
8.10.1.	Ressourceforbrug	149
8.10.2.	Hygiejne og arbejds miljøforhold	152
8.10.3.	Virksomhedsøkonomi	153
8.10.4.	Samfundsøkonomi	155
8.10.5.	Miljø	157
Bilag 1		163
Beregning af det økonomiske resultat ved indsamling af mælkekartoner gennem pantsystem for én solgt enhed, d.v.s. 5 mio. kartoner.		
Referencer		165
Summary		169

1. Introduktion

1.1. Formål

Projektets formål er at foretage en teoretisk miljømæssig og økonomisk vurdering af indsamling og genanvendelse af kasserede mælkekartoner sammenlignet med den eksisterende bortskaffelse (forbrænding og deponering).

Med udgangspunkt i projekterne "Miljømæssig vurdering af mælkeemballage" (Pommer *et al.*) og "Genanvendelse af brugte mælkekartoner" (Andersen) vurderes de miljømæssige og økonomiske forhold ved den i dag eksisterende bortskaffelse af mælkekartoner. Dette sammenlignes med et system, hvor forbrugeren skylder kartonerne, hvorefter de indsamles, sorteres og oparbejdes med henblik på genanvendelse af materialerne.

Det skal afklares, om et system baseret på indsamling og genanvendelse er mere økonomisk og miljømæssigt fordelagtigt. Der foretages en sammenligning af råvare- og energiforbrug og en vurdering af miljøbelastningen. De økonomiske forhold vurderes med hensyn til driftsøkonomiske forhold og med hensyn til samfundsøkonomiske forhold.

1.2. Baggrund

Gennem en årrække er mulighederne for og forhold omkring anvendelse af returemballage til mælk blevet vurderet og drøftet.

Retursystemer

De seneste projekter på området har dels belyst de økonomiske, praktiske og miljømæssige forhold omkring anvendelse af returflasker af polycarbonat sammenlignet med papkartoner og dels de økonomiske og praktiske forhold omkring indsamling og genanvendelse af brugte papkartoner.

I forbindelse med beslutning i foråret 1991 om ikke på det foreliggende grundlag at igangsætte forsøg med plastreturflasker til mælk har Miljøministeren bedt Miljøstyrelsen om i samarbejde med kartonproducenterne at supplere projektet om genanvendelse af brugte mælkekartoner med en miljømæssig vurdering af et sådant system.

Genvinding

På et møde den 16. april 1991 mellem Karton & Miljø og Miljøstyrelsen blev det aftalt, at der udarbejdes en hovedsagelig teoretisk vurdering af mælkekartoner, der henholdsvis materialer genvindes og forbrændes med energigenvinding. Vurderingen skulle omfatte både miljømæssige og økonomiske aspekter.

1.3. Projektets udførelse

Projektet er blevet udført af Dansk Teknologisk Institut, Afdelingen for Miljøteknik med akademiingeniør Kirsten Pommer som projektleder. Der er blevet inddraget økonomisk ekspertise fra Handels-højskolen i Århus samt afdelingen for Virksomhedsøkonomi, Dansk Teknologisk Institut.

Finansiering

Projektet er udført for tilskud fra Rådet vedrørende genanvendelse og mindre forurenende teknologi samt midler fra Karton & Miljø. De to parter har financieret hver 50% af projektet.

Projektet er blevet udført i perioden 1. august 1991 til 1. april 1992.

Følgegruppe

Til at kommentere projektet har været nedsat en følgegruppe bestående af:

- Direktoratet for Arbejdstilsynet,
- Kommunernes Landsforening,
- Danmælk a.m.b.a. på vegne af Mejeriernes Fællesorganisation,
- Rendan A/S,
- Dansk Returpapir og -plast,
- Specialarbejderforbundet i Danmark,
- De Samvirkende Købmandsforeninger i Danmark på vegne af Detailhandlens Fællesråd,
- RenoSam,
- Karton & Miljø samt
- Miljøstyrelsen.

Grundlag

Projektet bygger på tilgængelig håndbogslitteratur og undersøgelser samt kontakter til relevante virksomheder (Fiskeby AB, Strepp GmbH & Co. KG, Elopak, Tetra Pak, m.v.).

De fleste af de vurderede systemer eksisterer ikke i dag; grundlaget for beskrivelserne er derfor pilotforsøg/pilotanlæg eller kendskab til eksisterende systemer og anlæg, som i dag anvendes til andre formål, men som kan forventes at blive anvendt ved indsamling/behandling af mælkekartoner.

En række af vurderingerne bygger på et spinkelt grundlag, dels fordi relevante forsøg/analyser ikke er udført, og dels fordi relevante oplysninger fra enkelte virksomheder ikke kunne fremskaffes.

Det skal bemærkes, at det inden for nærværende projekts rammer ikke har været hensigten at foretage forsøg, afprøvninger eller analyser.

1.4. Vurderingsmetode

Vurderingerne bygger på en livscyklus-betragtning; dog således at kun en del af en mælkekartons livsforløb er vurderet, nemlig fra anvendelse af kartonerne hos forbrugeren og til de bortskaffes ved forbrænding/deponering, eller til de oparbejdes til genanvendeligt materiale efter indsamling. Forskellige indsamlingssystemer er vurderet.

De forskellige former for bortskaffelse/genanvendelse af mælkekartoner er for de enkelte trin vurderet med hensyn til

- hygiejniske og arbejdsmiljømæssige aspekter,
- virksomhedsøkonomiske forhold,
- samfundsøkonomiske forhold og
- miljømæssige forhold.

*1 enhed = 142,5 t
= 5 mio. kartoner*

Rapportens beregninger og vurderinger er udført med basis i 1 % af det årlige kartonforbrug svarende til 142,5 t eller 5 mio. kartoner. Denne mængde er i rapporten betegnet en enhed. Ved en senere fastlæggelse af effekter (såvel økonomiske som miljømæssige) ved indsamling af f.eks. 45 % eller 52 % vil det være muligt at anvende rapportens resultater på en hensigtsmæssig måde. Dog er de økonomiske beregninger foretaget for 1 ton som basis for sammenfattende beregninger for en enhed.

Hygiejne og arbejdsmiljø

Krav og anbefalinger fra myndighederne vedrørende de hygiejniske forhold er undersøgt. De arbejdsmiljømæssige forhold er beskrevet og vurderet med hensyn til risiko for eksponering og effekter.

Virksomhedsøkonomi

Indsamlingsomkostningerne ved hhv. traditionel bortskaffelse og indsamling med sigte på genanvendelse er vurderet relativt. Omkostninger til indsamling og sortering er prissat.

Beregningerne er primært afhængige af, at der er forudsat, at man har etableret flerstrengede indsamlingssystemer. Desuden er mælkekartonernes indvirkning på økonomien i behandlingen ved den traditionelle bortskaffelse (forbrænding og deponering) vurderet, idet der også er taget hensyn til statsafgiften. Endelig er økonomien i afsætningsmulighederne ved genanvendelse af kartonerne vurderet.

Samfundsøkonomi

For indsamlingssystemerne med sigte på genanvendelse beregnes den samfundsøkonomiske rentabilitet ved at indregne økonomien for den del af mælkekartonerne, der vil blive bortskaffet via den traditionelle bortskaffelse.

Konsekvenserne opgøres ved hjælp af den såkaldte faktorprismetode, hvor ressourceforbruget (d.v.s. kapital, arbejdskraft, energi m.m.) udregnes i priser rensat for afgifter/subsidier, og hvortil kommer yderligere vurderingselementer.

Disse priser vil typisk afvige en del fra de tilsvarende virksomhedsøkonomiske priser. Opstilling af sådanne faktorpriser sker ofte under relativ stor usikkerhed, hvad der skal tages hensyn til, når de endelige resultater tolkes.

Miljø

Ressourceforbruget i form af råvarer, hjælpestoffer og energi vurderes for de enkelte indsamlingssystemer og sammenlignes med den traditionelle bortskaffelse. Forholdene omkring oparbejdning vurderes og sammenlignes med traditionel kartonproduktion.

Emissionerne er beskrevet med hensyn til art og mængder. Det har ikke været muligt at vurdere effekten af alle emissionerne, men en overordnet vurdering eller et skøn af emissionernes betydning for den miljømæssige belastning er anført.

Ud fra disse vurderinger er foretaget en overordnet sammenstilling og udpegning af de væsentligste forhold.

De enkelte trin

Forhold omkring råvareproduktion og emballageproduktion for en mælkekarton er ikke medtaget i denne vurdering. De miljømæssige forhold for disse livscyklustrin er behandlet i "Miljømæssig vurdering af mælkeemballage" (Pommer *et al.*, 1991).

Anvendelse

Første trin i nærværende vurdering er kassering af mælkekartonen hos forbrugeren. Der forudsættes en skylning af kartonen i husstanden hvorefter kartonen bortskaffes gennem forskellige systemer.

Traditionel bortskaffelse

Den traditionelle bortskaffelse omfatter en indsamling med anden dagrenovation med efterfølgende forbrænding eller deponering.

Genanvendelse

Genanvendelsen er opdelt i tre trin:

- indsamling,
- oparbejdning og
- anvendelse

Indsamling

Vurderingen omfatter 5 forskellige indsamlingsformer. De tre indsamlingsformer er husstandsindsamlinger, hvor kartonerne hentes ved husstanden samtidig med anden dagrenovation. Derudover er medtaget en containerindsamling og indsamling ved et pantsystem. For alle indsamlingsformerne gælder, at dette trin omfatter evt. nødvendig sortering og en opbalning med henblik på transport til oparbejdningsstedet.

Oparbejdning

Oparbejdningen omfatter pulpning og fremstilling af papir/karton.

Det var hensigten at beskrive en produktion, hvor kasserede mælkekartoner oparbejdes til genanvendeligt papir eller karton. En sådan produktion eksisterer ikke i dag; der er forskellige tiltag i gang, bl.a. enkelte pilotforsøg. De vurderinger som ligger til grund for beskrivelse og vurdering af dette trin er derfor baseret på oparbejdning af konverteringsaffald og andre indsamlede returmateriale.

Anvendelse

Anvendelse omfatter produktion af forskellige produkter ud fra den råvare, papir eller karton, som er fremstillet ved oparbejdningen.

Da der for øjeblikket ikke sker en oparbejdning af fibre fra mælkekartoner, har det ikke været muligt at udpege konkrete anvendelser og vurdere disse. Det skal dog bemærkes, at produkter af oparbejdede papirfibre kan ikke anvendes til levnedsmiddelemballage.

1.5. Begrænsninger og forudsætninger

Kartoner

Nærværende vurdering omfatter 1-liters gavltopkartoner anvendt til let-, skummet og sødmælk. Øvrige kartoner anvendt som emballage til andre produkter, kartoner med et andet rumindhold eller med en anden udformning er ikke medtaget.

De kartoner, der er omfattet af vurderingen, udgør ca. 50% af det samlede danske forbrug af papkartoner til drikkevarer og mejeriprodukter.

Ressourceforbrug

Ressourceforbruget i form af råvarer og energi er opgjort. Hvorledes de enkelte råvarer og hjælpestoffer er fremstillet, er ikke vurderet.

Ved opgørelse af vandforbrug og ved vurdering af vand som ressource er der ikke taget hensyn til vandets oprindelse; der er ikke skelnet mellem, om det forbrugte vand er drikkevand eller vand taget direkte fra en elv eller flod. Det er den forbrugte ressource - vand - der er opgjort, og den forurening, der er tilført ressourcen, som er opgjort og vurderet.

Ved forbrug af energi, har det ikke i alle tilfælde været muligt at udpege den anvendte energikilde og at opgøre emissionerne herfra. Ved f.eks. transport er det antaget, at der er anvendt dieselolie, men at der f.eks. ved oparbejdning ikke er udpeget en energikilde.

Fornyelige og ikke-fornyelige ressourcer

Betydningen af fornyelige ressourcer kontra ikke fornyelige ressourcer er ikke medtaget som et egentligt vurderingselement. Det er dog anført, om de enkelte råmaterialer er fornyelige.

Indsamlingssystemer

Ved de vurderede husstandsindsamlinger forudsættes det, at der er etableret eller planlagt flerstrengede indsamlingssystemer. Det er vurderet, om denne forudsætning er rimelig, og hvor stor en udbredelse af flerstrengede indsamlingssystemer, der kan forventes inden for en kort årrække.

Deponering/forbrænding

Det forudsættes, at den mængde kartoner, som bortskaffes på traditionel vis, bortskaffes ved, at 70% forbrændes og at 30% deponeres. Inden for en kort årrække vil dette forhold ændres mod en højere andel til forbrænding. Denne ændring formodes især at få betydning for de økonomiske vurderinger, og der er derfor suppleret med en vurdering af, hvad dette forhold vil betyde.

Arbejds miljø

Ved de arbejdsmiljømæssige vurderinger er forudsat, at kartonerne er skyllet i husstanden, og at der ikke forekommer andre kartontyper i det indsamlede materiale.

Tilgængelige undersøgelser om relevante arbejdsmiljøforhold er yderst begrænsede. De udførte vurderinger kan derfor ikke tillægges særlig stor vægt; en endelig afklaring af forholdene kan først ske gennem forsøg, hvor de mikrobielle forhold undersøges.

Virksomhedsøkonomi

Der er som udgangspunkt forudsat, at mælkekartoner er marginale i det eksisterende affaldsbortskaffelsessystem, og dermed betyder en fjernelse af dem eller en del af dem kun meget lidt for driftsomkostningerne.

Ved forbrænding er der kun taget hensyn til mistet varmeindtægt og ikke til evt. indkøb af substitutionsbrændsel.

Samfundsøkonomi

Som grundlag for vurderingerne er anvendt faktorprismetoden. Data, som indgår i vurderingerne, tager udgangspunkt i data anvendt til de virksomhedsøkonomiske vurderinger.

Ekstern miljø

I projektet er der ikke taget hensyn til, om emissioner og dermed miljøbelastningen forekommer i Danmark eller i udlandet.

CO₂-dannelse

Der er ikke foretaget en samlet opgørelse af kuldioxid-udviklingen ved traditionel bortskaffelse sammenlignet med genanvendelse af kartonerne. I rapporten behandles ikke, om de vurderede systemer er CO₂-neutrale, eller hvorledes indflydelsen er på ozonlag og drivhuseffekt.

2. Systembeskrivelse

2.1. Introduktion

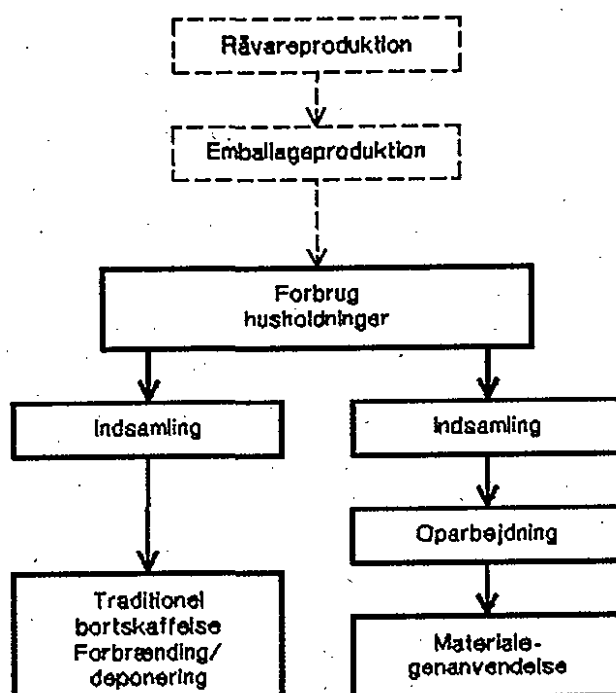
I dette afsnit beskrives den i dag kendte bortskaffelse af brugte mælkekartoner, hhv. forbrænding og deponering samt alternativ bortskaffelse ved genanvendelse.

Genanvendelse af brugte mælkekartoner er hidtil kun praktiseret i nogle ganske få pilotforsøg, men der findes flere teoretiske gennemarbejdede muligheder, og det er nogle af dem, der i det følgende vil blive beskrevet.

Der vil blive beskrevet såvel indsamlingsmuligheder som forskellige anvendelsesmuligheder og derudover naturligvis den mellemliggende oparbejdning.

Systemgrænser

I fig. 2.1 er vist, hvilke trin af papkartonens livsforløb, der er omfattet af den efterfølgende beskrivelse og vurdering.



Figur 2.1

Indsamling og oparbejdning af kasserede mælkekartoner og bortskaffelse ved forbrænding og deponering.

Udgangspunkt

Der tages udgangspunkt i anvendelse af mælkekarteroner som 1-liters emballage for sød-, let- og skummetmælk. Det årlige forbrug af disse mælketyper i Danmark i 1 l karteroner er ca. 500 mio. liter, hvilket svarer til 14.250 ton emballage i form af 1 liters karteroner pr. år.

Det årlige forbrug af alle typer af karteroner, der også omfatter øvrige mælkeprodukter, juice, saft, m.v. i alle karteronstørrelser er ca. 28.000 ton (Bruhn, pers. komm., 1991). Nærværende undersøgelse omfatter således ca. halvdelen af det samlede danske karteronforbrug.

De to systemer

Man kan ikke forvente, at alle mælkekarteroner vil blive indsamlet og oparbejdet med henblik på materialegenvinding, selvom det viser sig, at dette er miljømæssigt og økonomisk fordelagtigt.

Karteronernes livsforløb fra råvareproduktion over emballageproduktion og affaldsbortskaffelse er i detaljer beskrevet i "Miljømæssig vurdering af mælkeemballager" (Pommer *et al.*). Afsnit 2.1.1. indeholder derfor kun en summarisk beskrivelse af karteronens anvendelse og bortskaffelse.

Indsamling, oparbejdning og anvendelse af genvundet materiale er beskrevet i afsnittene 2.2.- 2.4.

I husstanden

2.1.1. Traditionel bortskaffelse af karteroner

I husstandene anbringes de brugte mælkekarteroner i det meste af landet i affaldsposen under køkkenvasken. I begrænsede områder, hvor man har indført 2-delt indsamling af husholdningsaffald med sigte på materialegenanvendelse eller kompostering/forgasning af den organiske del, anbringes mælkekarteronerne i den del af affaldet, der behandles, som det blandede affald tidligere blev behandlet.

Uden for husstandene anbringes mælkekarteroner sammen med øvrigt affald i en sæk, beholder eller container, alt efter boligform og renovationssystem.

Dagrenovation

Herfra indsamles de som dagrenovation, i nogle tilfælde i komprimatorbiler, i andre tilfælde på åbne ladvogne, og køres til enten forbrændingsanlæg (ca. 70%) eller til losseplads (ca. 30%), hvor slutdisponeringen finder sted.

Forbrænding

På forbrændingsanlæggene udnyttes karteronernes varmeindhold.

Lossepladser

På lossepladsen henligger karteronerne og omsættes over en længere periode. På enkelte lossepladser udnyttes dannelse af methangas, men dette er i dag så lidt udbredt, at det ikke medtages i denne vurdering.

Genanvendelse til oprindeligt formål

2.1.2. Genanvendelse af karteroner

Genanvendelse af mælkekarteroner ændrer ikke grundlæggende på den første del af karteronernes livsforløb frem til forbrugeren, medmindre de brugte fibre genanvendes i de nye karteroner. Der er imidlertid så stor usikkerhed omkring denne genanvendelsesmulighed, at den ikke beskrives i det følgende. Dog kan oplyses, at der pågår forsøg i såvel

USA som Tyskland.

Genanvendelse til andre formål

Ved genanvendelse af fibrene til andre formål er det først, når de brugte kartoner skal indsamles, at livsforløbet begynder at ændre sig i forhold til det nuværende.

De indsamlingssystemer, der skal beskrives, er som følger:

- Husstandsindsamlinger (henteordninger).
- Containerindsamlinger (bringeordninger).
- Pantssystem.

Husstandsindsamlinger

Ved husstandsindsamlinger skal i denne sammenhæng forstås indsamling sammen med eller parallelt med dagrenovation.

Det forudsættes, at man har planlagt eller iværksat flerstrengede indsamlingssystemer med kildeseparering eller kildesortering.

I rapporten er behandlet to former for kildeseparering

- indsamling af mælkekartoner sammen med andre fibermaterialer (afsnit 2.2.1.) og
- indsamling af mælkekartoner sammen med glas (afsnit 2.2.2.)

og en form for kildesortering

- indsamling af mælkekartoner i en selvstændig fraktion (afsnit 2.2.3.).

Når der er etableret flerstrengede indsamlingssystemer med kildeseparering, antages det, at mælkekartoner kan overflyttes til en anden fraktion af dagrenovationen uden, at dette medfører ekstra investeringer og driftsomkostninger af betydning. Disse systemer, hvor mælkekartonerne er blandet med andre affaldsbestanddele, medfører en efterfølgende central frasortering.

Ved et kildesorteringsystem medfører hver enkelt fraktion ekstra investerings- og driftsomkostninger, men der finder ingen central sortering sted.

Containerindsamlinger

Ved containerindsamling anbringer forbrugeren de brugte kartoner i centralt opstillede containere, som tømmes med passende intervaller af containerbiler el.lign. (afsnit 2.2.4.).

Denne indsamlingsform indebærer investering i containere og biler samt drift heraf.

Pantssystemer

I et pantssystem returnerer forbrugeren selv de brugte kartoner til butikkerne, hvorfra de transporteres til centrale opsamlingssteder (afsnit 2.2.5.).

I alle tre indsamlingssystemer bliver de brugte kartoner, efter indsamling og evt. sortering, presset i store baller, som vil være klar til transport til oparbejdningens virksomhederne.

Oparbejdning

Oparbejdningen vil være meget lig den, der praktiseres med konverteringsaffald, d.v.s. pulpning, frasortering af plastfolie o.a., evt. blegning og produktion af nye kartonbaner.

Anvendelse

Der foreligger meget få oplysninger om anvendelsesmuligheder for det oparbejdede materiale. Der vil dog være forskellige muligheder for kartonprodukter, som ikke har direkte kontakt med fødevarer, bl.a. carriers.

2.2. Indsamling og sortering

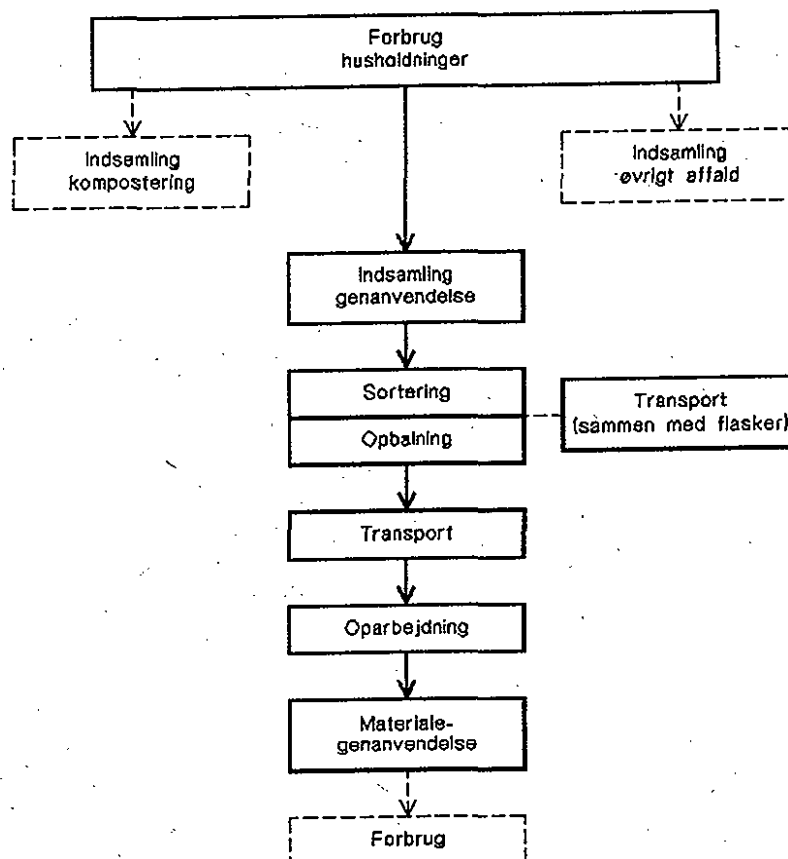
Der er, som følge af den overordnede målsætning for genanvendelse - 50% af alt affald og 40% til 50% af dagrenovationen i år 2000 - ved at blive etableret forskellige former for indsamling og behandling af materialelegenantvendeligt affald og bionedbrydeligt affald fra husstandene.

Indsamlingsordningerne strækker sig lige fra en 2-delt indsamling med hhv. 1 del til materialelegenantvendelse og 1 del rest (forbrænding eller deponi) eller 1 del til kompostering/forgasning og 1 del til rest (forbrænding eller deponi) til en syv-delt indsamling med en høj grad af opdeling af affaldet ved kilden (husstandene).

I dette univers af dagrenovation findes i dag mælkekartonerne. Da de kun udgør ca. 1,5% af den samlede mængde dagrenovation, er det uden betydning for råvareforbrug til materiel, energiforbrug og økonomi, hvilken del af affaldet de indsamles med.

2.2.1. Husstandsindsamlinger med andre fibermaterialer

Indsamling. Ved indsamling er det væsentligt, at kartonerne er skyllet i husholdningen, og det forudsættes, at kartonerne er påtrykt information om, at de skal skylles i koldt vand.



Figur 2.2
Husstandsindsamlinger med kilde separering.

Efter en forudgående skylning indsamles kartonerne sammen med andre fibermaterialer.

Det forudsættes, at fugt fra kartonerne kun i begrænset omfang påvirker andet materiale.

Mælkekartonerne anbringes i sammenfoldet tilstand i en container/kassette el.lign. Containeren/kassetten tømmes hver 2.-4. uge.

Containere

Containere transporteres til komprimatorbilen og tømmes op i denne ved hjælp af liften.

Tømningen kan give anledning til, at der hvirvles luft fra komprimatorbilens skuffe ud i ansigtet på skraldemanden. Ved komprimeringen kan der opstå sprøjt fra våde affaldsbestanddele. I en blandet tør fraktion til genanvendelse vil der som regel ikke være "fri" væske. Disse forhold er dog ikke specielle for mælkekartoner, men går på dagrenovation generelt.

I forlængelse af registrerede arbejdsmiljøproblemer ved indsamling af organisk husholdningsaffald er man begyndt at indføre komprimatorbiler med høj tømning eller anden afskærmning og i nogle tilfælde udsugning fra rummet over komprimatorbilens skuffe. Disse foranstaltninger reducerer risikoen for luftemissioner eller sprøjt.

Kassetter

Kassetter transporteres uden låg til indsamlingsbilen, ofte en komprimatorbil med ekstra beholdere til de fraktioner, som udgør en mindre del af den samlede affaldsmængde, der afhentes på den aktuelle dag. I nogle tilfælde er disse ekstra beholdere forsynet med en lift.

Kassetten eller dens indhold anbringes i liften, som kører op til beholderens kant, der oftest er over 2 m over kørebanen. Der finder ingen komprimering sted, og tømning af kassetteindholdet i beholderen afstedkommer ikke den store ophvirvning af luft.

Hidtidige erfaringer

Sortering. Da der i dag, som tidligere nævnt, ikke indsamles mælkekarter til genanvendelse, er det følgende en beskrivelse af, hvordan sorteringen kan tænkes at finde sted, med begrundelse i de erfaringer, man i dag har vedrørende sortering af andre affaldsfraktioner.

De kartoner, der indsamles sammen med andre materialer, skal sorteres fra disse.

I tidligere forsøg er kartoner indsamlet sammen med andre fibermaterialer fraseret manuelt hos BOFA (Malmqvist, pers. komm., aug. 1990), mens kartoner indsamlet sammen med en blanding af genanvendelige materialer er fraseret mekanisk hos Fyns Industrirenovation (Ingwersen, pers. komm., 1990).

På sidstnævnte anlæg er kartonerne dog fraseret sammen med øvrige "spildfraktioner" til forbrænding, men på anlægget hævdes det, at kartonerne med kun marginale omkostninger kan fraseres til kartongen anvendelse, d.v.s. uden "urenheder".

Det skal her tilføjes, at der på anlægget er registreret biologiske arbejdsmiljøproblemer foranlediget af fugt i det genanvendelige affald.

Hos BOFA har man i en forsøgsperiode på ca. ½ år indsamlet og fraseret ca. 3 ton brugte mælkekarter fra øvrige fibermaterialer (aviser/ugeblade, pap, karton m.v.). Der blev ikke foretaget arbejdsmiljømålinger i forsøgsperioden. Man har, efter hvad der er oplyst, ikke haft gener ved sortering og opbevaring af mælkekarter; nogen egentlig dokumentation herfor foreligger dog ikke.

Efter sortering presses kartonerne i 5-700 kg/stk. baller.

Der er ikke mange erfaringer med opbalning af skyllede mælkekarter. Hos BOFA, hvor man har presset 5-6 baller (ca. 3 ton), har man, efter hvad der oplyses, ikke haft gener ved opbalning af mælkekarter.

Kartoner, som indsamles for sig selv, opballes efter en kontrolsortering.

Mulige sorteringsformer

I det følgende er skitseret to mulige former for sortering.

Manuel frasortering af aviser/ugeblade

Der findes ingen anlæg, hvor mælkekartoner og aviser/ugeblade skilles manuelt. Det følgende er derfor en beskrivelse af, hvordan et sådant anlæg kunne tænkes opbygget på baggrund af erfaringer med manuel sortering af andre affaldsmaterialer. Det må forudsættes, at fugt fra kartonerne kun i begrænset omfang påvirker andet materiale.

Materialet modtages i et "arbejdsfrit" modtageområde uden manuel indsats.

Som oftest er dette betjent af en gummihjulslæsser, hvorfra modtagekontrol udøves.

Gummihjulslæsseren stækker det modtagne materiale op af støtemure el. lign, dels for at skaffe plads til næste læs, dels for at foretage endnu en kontrol af de modtagne materialer.

Herefter fødes materialerne på anlægget ved hjælp af gummihjulslæsseren. Enten løftes de med skovlen op på et såkaldt fødebånd, eller også er fødebåndet placeret under gulvniveau, og materialerne skubbes af gummihjulslæsseren ned på fødebåndet.

Inden materialet sorteres, frasigtes finstof under 35-50 mm på en svingsigte eller anden sigteudrustning.

Efter sigtningen køres materialerne ind i sorteringskabinen på en båndtransportør uden kanter. På hver side af båndet er en række skakte, som frasorteret materiale kastes ned i. Sorteringsbåndet er typisk 80-100 cm bredt og anbragt i en højde på 90-100 cm, således at individuel arbejds højde kan arrangeres.

Selve sorteringsarbejdet foregår som sagt manuelt. På nogle anlæg sorteres negativt, hvilket vil sige, at hovedstrømmen passerer, og at andre materialer og urenheder fjernes. På andre anlæg sorterer man positivt, d.v.s. fjerner de genanvendelige materialer fra strømmen på båndet. Når mælkekartoner er en del af strømmen på båndet, skal de altså fjernes positivt.

Efter frasorteringen mellemlagres kartonerne i et halvåbent lager.

Mekanisk frasortering af aviser og ugeblade

Der er også her tale om et tænkt anlæg, beskrevet på baggrund af erfaringer fra andre typer af anlæg.

Processerne er stort set de samme som ved manuel frasortering. Eneste forskel er som sagt den mekaniske adskillelse af mælkekartonerne fra de øvrige materialer, enten på en svingsigte eller en anden sigteudrustning. De øvrige materialer skal fortsat sorteres manuelt.

Efter frasorteringen mellemlagres kartonerne i et halvåbent lager.

Rengøringsforholdene er identiske med dem, der gælder for ren manuel sortering.

Opbalning

Mælkekartonerne transporteres videre fra mellemlagringen til fødebånd til ballepresse og videre op i ballepressens føretragt, hvorfra der er afsugning.

Ballepressen arbejder med presklapper og presseplade, og med de allerede pressede baller som modhold presses nye baller.

Normalt arbejder ballepressen automatisk, men den skal dog betjenes ved skift af materiale, ca. 1 time pr. dag.

Transport til oparbejdning

Efter opbalning transporteres kartonerne til oparbejdning. Da der i Danmark ikke findes virksomheder, der oparbejder konverteringsaffald antages det, at kartonerne transporteres til Fiskeby AB, Sverige eller Strepp GmbH & Co. KG i Tyskland, hvor konverteringsaffald i dag oparbejdes.

2.2.2. Husstandsindsamlinger sammen med glas

Indsamling. Ved denne indsamlingsform vil der ved husstanden være anbragt en kassette, og indsamlingen vil være identisk med indsamling af kassetter i øvrigt. Der kan derfor henvises til figur 2.2.

Det antages, at der sker en tømning af kassetter hver 2. uge.

Da der ved den beskrevne indsamlingsform sker en overflytning af mælkekartonerne fra en fraktion til en anden, vil det ikke medføre øget behov for indsamlingsudstyr eller arbejdskraft.

Sortering. Indsamles kartonerne sammen med flaskerne fra husholdningerne, hvilket endnu ikke er afprøvet, kan kartoner og flasker, jf. erfaringer med adskillelse af flasker fra lettere materialer, meget enkelt adskilles mekanisk. Tilbage er der, som ved anden grovsortering af flasker, den manuelle indsats, her - pakning i pallerammer. Herudover kan der være glasskår mellem mælkekartonerne.

Mekanisk sortering

Der er tale om et tænkt anlæg, beskrevet på basis af erfaringer med adskillelse af flasker fra lettere materialer.

Blandingen af glas/flasker og kartoner modtages i et mekanisk modtagearrangement under udøvelse af en modtagekontrol, placeret bag "glas".

Adskillelsen foregår enten på basis af forskellen i tyngde alene eller med forskellen i geometri som en ekstra parameter.

Efter sorteringen mellemlagres kartonerne i store ladcontainere el. lign.

Der rengøres dagligt med vand på flaskesorteringsanlæggene.

Opbalning

Fra flaskesorteringsanlægget transporteres kartonerne til et balleanlæg, hvis modtagelse som regel betjenes af en gummihjulslæsser. Kartonerne skubbes ned på fødebåndet, som ligger under gulvniveau og mens kartonerne ligger her, gennemføres en kontrolsortering, hvor urenheder fjernes manuelt. Fra fødebåndet transporteres kartonerne op i ballepressens fødetragt, hvorfra der er udsugning. I øvrigt som afsnit 2.2.1.

2.2.3. Husstandsindsamlinger med kildesortering

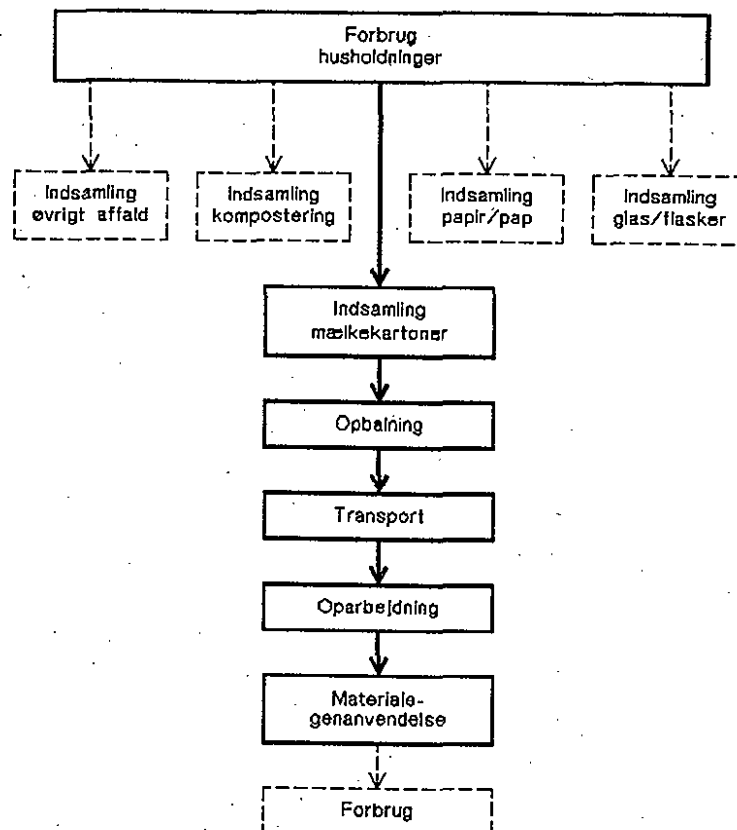
Det forudsættes, at der sker en skylning af kartonerne i husstanden. Kartonerne indsamles i en fraktion, som vist i figur 2.3.

Selve indsamlingen foregår ved hjælp af kassetter eller evt. speciel opsamlingspose sammen med andre kildesorterede fraktioner af dagrenovation.

Kassetterne/poserne transporteres af skraldemanden på en vogn/kærre sammen med andre fraktioner og tømmes i indsamlingsbilen uden komprimering.

Tømningen vil foregå med ca. 14 dages mellemrum.

Ved den beskrevne indsamlingsform oprettes der en separat kassette eller pose til hver enkelt fraktion, således også til mælkekartonerne. Der er derfor behov for ekstra indsamlingsudstyr og arbejdskraft. Dog forudsættes det, at mælkekartonerne indsamles på samme tid, som andre affaldsfraktioner og derfor deler såvel kapital som driftsomkostninger med disse.



Figur 2.3
Husstandsindsamling med kildesortering.

Opbalning

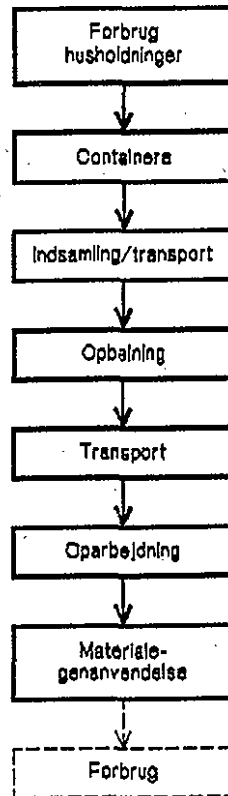
Mælkekartonerne køres til opbalning, i forbindelse med hvilken der foregår en kontrolsortering.

Transport til oparbejdning

Efter opbalning transporteres kartonerne til oparbejdning. Det antages, at kartonerne transporteres til Fiskeby AB, Sverige eller Strepp GmbH & Co. KG i Tyskland.

2.2.4. Containerindsamlinger

Indsamling. Efter skylning i husholdningen medbringes kartonerne til butikscentre el. lign., når der alligevel skal handles, og anbringes i dertil opstillede containere. Disse tømmes med passende intervaller, f.eks. maksimum 14 dage, af biler med komprimatorkasse eller 25-30 m³ container.



Figur 2.4
Containerindsamlinger.

Komprimatorbil

Som beskrevet under husstandsindsamling - mælkekartoner alene (se afsnit 2.2.3.).

Containerbil

Mælkekartoncontainerne tænkes udført med bundudtømning, analogt med de almindelige flaskecontainere.

Mælkekartoncontainerne er udstyret med 2 øjer - 1 løfteøjje og 1 tømmeøjje. Den fyldte container løftes op i containerbilen i løfteøjjet, hvorefter der skiftes til tømmeøjjet. Når mælkekartoncontaineren løftes i dette, åbnes bunden og mælkekartonerne glider ud. Efter endt tømning stilles containeren tilbage på sin standplads.

Under normale omstændigheder vil der ikke være stænk og op-hvirvling af luft.

Med mellemrum hjemtages mælkekartoncontainerne til rengøring (ca. 4 gange pr. år). Dette foregår ved spuling. Der findes p.t. ingen vaskeanlæg for containere, men det kan nævnes, at R98 har et automatisk vaskeanlæg for udvendig vask af komprimatorbiler.

Et automatisk vaskeanlæg for indvendig vask af mælkekartoncon-tainere synes ikke urealistisk.

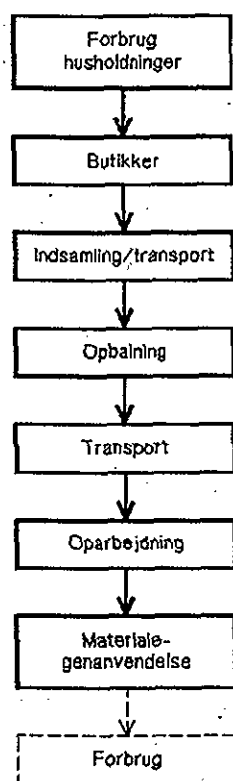
Opbalning

De opsamlede kartoner transporteres til opbalning. I forbindelse med opbalningen foretages en kontrolsortering. De opballede kar-toner transporteres herefter til oparbejdning.

2.2.5. Pantsystem

Indsamling. Ved et pantsystem returnerer forbrugeren selv den tomme emballage til udsalgsstedet (butikken) for at få godtgjort den betalte pant.

I figur 2.5 er pantsystemet skitseret.



Figur 2.5
Pantsystem

Pantsystemet kræver noget ekstra håndtering af tom emballage, og omkostningerne forbundet hermed kan godtgøres efter forskellige modeller.

Model for pantsystem

I rapporten "Genanvendelse af brugte mælkekartoner" (Andersen) er beskrevet en model, der har den svenske dåsepant som forbillede.

Det forudsættes, at systemet drives af en forening med de direkte involverede parter som medlemmer, d.v.s. kartonproducenter, mælkeproducenter, detailhandlen og evt. forbrugerorganisationer.

Kartonproducenterne indbetaler til foreningen pant for hver produceret karton. Ved levering af kartonerne til mælkeproducenterne betales foruden kartonernes pris også pant af hver karton. Herefter betales der i de efterfølgende led pant for de kartoner, der leveres/sælges.

Når forbrugerne returnerer de brugte kartoner til udsalgsstedet, får de således udbetalt den betalte pant. Når udsalgsstedet sender de returnerede kartoner til oparbejdning via mellemhandler (indsamling), registreres antallet af returnerede kartoner af foreningen, og pantbeløb herfor udbetales til udsalgsstedet af foreningen. Tilbage i foreningens kasse ligger så panten for de kartoner, som ikke er blevet returneret af forbrugerne, og det er for disse penge, hele systemet finansieres, d.v.s. at godtgørelser, administration, systemudvikling og PR betales.

Systemet forudsætter altså, at panten er så lav, at en ikke ubetydelig del af kartonerne ikke returneres, samtidig med at panten skal være så høj, at returprocenten, set ud fra et genanvendelsessynspunkt, er mindst lige så høj som andre genanvendelsessystemer - for glas/-flasker excl. øl- og vandflasker ca. 60% og for aviser/ugeblade ca. 50%.

Pantsystem i praksis

Forbrugeren betaler ved køb af en liter mælk - ud over den normale pris - pant for kartonen. Akkurat som ved køb af øl og sodavand.

Når kartonen er tom, skylder forbrugeren den og tager den med retur til udsalgsstedet, næste gang der skal handles, og får godtgjort panten.

Kartonen modtages manuelt eller maskinelt alt efter udsalgsstedets omsætning.

Modtageautomat

I lighed med andre modtageautomater (pant-flasker i Danmark eller alu-dåser i Sverige) registreres de acceptable kartoner f.eks. ved hjælp af strekkoden. For tunge kartoner, d.v.s. kartoner med indhold, afvises.

Automaten klemmer kartonerne flade, hvis ikke de er flade i forvejen, og udbetaler pantbeløbet.

De klemte kartoner samles i en beholder/container, hvorfra afsugning er etableret.

Manuel modtagelse

De sammenklemte mælkekartoner modtages manuelt og anbringes i en speciel container, hvorfra udsugning er etableret.

Ved udsalgsstedet skal etableres lagerplads. Der skal tages hensyn til øget arbejdskraft ved manuel modtagelse og/eller investeringer og drift af modtageautomater. Der må forventes øget rengøring.

Transport fra udsalgssted til opbalning forudsættes at ske som ved containerindsamlinger.

Opbalning

De tomme kartoner afhentes af biler med komprimatorkasse eller 25-30 m³ ladcontainer og køres til opbalning.

Kartonerne må formodes at være så fri for urenheder, at kontrolsortering kun foregår stikprøvevis.

2.3. Oparbejdning

2.3.1. Introduktion

Der findes i dag ingen oparbejdningsanlæg, der i industriel skala modtager og behandler brugte kartoner.

Derimod er der virksomheder, som har specialiseret sig i oparbejdning af konverteringsaffald ofte kombineret med oparbejdning af andre returmateriale.

Af disse virksomheder kan nævnes Fiskeby AB, Sverige, Strepp GmbH & Co. KG, Tyskland og Keyes Norway A/S, og alle tre virksomheder har gennemført mindre prøveproduktioner med brugte mælke- og juicekartoner.

Beskrivelserne af oparbejdningmulighederne er derfor baseret på oplysninger fra disse virksomheder, idet de omtalte prøveproduktioner alle steder er gennemført uden produktionstekniske problemer, og der forventes ikke problemer ved oparbejdning af brugte mælkekartoner.

Virksomheden fremstiller henholdsvis karton, tissueprodukter og støbepapprodukter, og oparbejdningen beskrives i den nævnte rækkefølge:

2.3.2. Kartonproduktion

Beskrivelsen er baseret på oplysninger fra Fiskeby AB, der arbejder forskellige returmaterialer, herunder konverteringsaffald hovedsageligt til 4-lags karton, som coates (Zell, pers. komm., sept. 1991).

De fire lag består af:

1. Toplag: Konverteringsaffald fra produktion af mælke- og juicekartoner - helbleget masse.
2. Midterlag: Trykkeriaffald, bleget
3. Midterlag: En blanding af:
 - Aviser (kommunale og spejderindsamlinger)
 - Bølgepap (brugte kasser)
 - Konvertering fra egne kunder
4. Underlag: Enten
 - A. Ulæste aviser og eget spild
 - eller
 - B. Kraftfibre (herunder ubleget kartonaffald)
 - eller
 - C. Konverteringsaffald (som toplag)

De fire lag kører uafhængigt af hinanden fra råvarelager over pulper m.v. frem til kartonmaskinen, hvor de "lægges" sammen.

Det er således linien for toplaget, der ligger til grund for den følgende beskrivelse. Og dette kan gøres, fordi Fiskeby AB som sagt har gennemført mindre prøveproduktioner med brugte mælke- og juicekartoner.

Råvarer

Hos Fiskeby AB udgør konverteringsaffald fra mælke- og juicekartoner 10-11 % af det samlede råvareforbrug.

Produktionen var i 1990 96.000 ton og hertil medgik i alt ca. 100.000 ton råvarer, hvoraf konverteringsaffald fra mælke- og juicekartoner udgjorde ca. 12.000 ton. Disse bestod af ca. 10.000 ton affald fra kartoner af helbleget sulfatmasse og ca. 2.000 ton affald af ubleget masse med forskelligt indhold af kemotermomekanisk masse (CTMP).

Sulfatmassen fremstilles ved, at man i en kemisk proces adskiller træets cellulosefibre fra træmassen. Den helblegede masse er, som det fremgår af navnet, herefter bleget den ublegede masse ikke (Pommer *et al.* 1991).

Den kemotermomekaniske masse er fremstillet i en overvejende mekanisk-termisk proces og indeholder såvel cellulosefibre som træmasse, som også er fibre, men med ringere mekaniske egenskaber end cellulosefibrene. CTMP'en er ikke bleget.

Af de i alt ca. 12.000 ton fremkom der et rejekt (affald) på ca. 1.500 ton, hovedsageligt bestående af polyethylen og en mindre del alu-folie.

Råvaresammensætningen ved en kartonproduktion baseret på 100% returvarer, og hvor toplaget udgøres af konverteringsaffald fra mælke- og juicekartoner af helbleget sulfatmasse, og hvor konverteringsaffald af ublegede kartoner indgår i mindre omfang i et af de øvrige lag, kan være som angivet i tabel 2.1.

Type	Mængde i %
Helbleget sulfatmasse	8,8
Ubleget masse	1,4
CTMP	0,3
Polyethylen-alufolie (rejekt)	1,5
Øvrigt rejekt	2,5
Øvrige fibre	85,5

Tabel 2.1

Råvaresammensætningen til fremstilling af karton hos Fiskeby AB baseret på 100% returvarer.

Ved den tidligere omtalte prøveproduktion har det største problem vist sig at være lugtgener i forbindelse med opbevaring og håndtering af råvarer.

Pulpning

Hos Fiskeby AB væltes de modtagne baller af mælkekartonaffald uden forbehandling direkte ned i pulperen.

I pulperen, som arbejder med et lavere vandindhold end sædvanligt, "slides" polyethylenbelægningen af kartonen p.g.a. friktion, dels mellem materialet og pulperens omrører, og dels internt i materialet. Herefter finder selve opløsningen af kartonfibrene sted.

I pulperen varmes materialet op til 70° C, hvilket, kombineret med at kartonen under tørringen opvarmes til 100° C, oplyses er tilstrækkeligt til at slå bakteriekulturer ihjel. Dog er tidsfaktoren ikke oplyst.

Svampekulturer bekæmpes ved at sætte svampebekæmpelsesmidler til pulperen. Detaljer er ikke oplyst.

Frasortering af PE

Efter pulperen frasorteres urenheder, herunder polyethylenfolie og lim, i en flertrinsproces.

Hos Fiskeby AB, hvor også alu-belagt konverteringsaffald oparbejdes, består rejektet hovedsageligt af en blanding af polyethylen og alu-folie. Denne blanding skal i et forsøgsprojekt, som UPONOR AB (Zell, pers. komm. 1991) netop har indledt med statstilskud, være en del af råvaregrundlaget til en ikke nærmere oplyst produktion.

I øvrigt vil man hos Fiskeby AB ikke røbe enkeltheder vedr. den anvendte frasorteringsteknik, men kvaliteten på virksomhedens færdige produkter indikerer, at den anvendte teknik er fuldt tilfredsstillende og driftssikker.

Kartonproduktion

Fra pulperlinien pumpes den rengjorte masse til kartonmaskinen, hvortil også pulpen, som skal danne grundlag for de øvrige lag i den færdige karton, pumpes.

Via hver sit indløbskar løber pulpen ud på hver sin wire, og efter en vis afvanding lægges de enkelte kartonlag oven i hinanden, hvorefter de presses sammen - kallendrerer og tørres.

Hos Fiskeby AB overfladelimes bagsiden, mens forsiden - toplaget - bestryges med hvid maling 2 x 10 g/m² for at opnå den krævede hvidhed.

For enden af kartonmaskinen rulles den tørrede (bestrøgne) karton op i ruller, som enten skæres til i bredden og sælges som ruller eller skæres op i ark og sælges som sådan.

2.3.3. Tissueproduktion

Introduktion

Beskrivelsen er baseret på oplysninger fra Strepp GmbH & Co. KG, som oparbejder bedre kontoraffald, konverteringsaffald samt jomfruelig cellulose til forskellige tissueprodukter, (Isemann og Kayser, pers. komm., februar 1992).

I øvrigt har Strepp indgået aftale med Duales System Deutschland via Recarton om at aftage op til 30.000 ton brugte mælke- og juicekartoner i de kommende år.

Strepp selv færdigfremstiller kun toiletpapir og køkkenruller, - dog mere end 200 forskellige slags. Herudover sælges halvfabrikata i ruller til mange andre tissueprodukter.

Sammensætningen af råvarer til de enkelte produkter varierer selv-
sagt meget, og konkrete oplysninger herom foreligger ikke.

Den følgende beskrivelse er derfor en generel beskrivelse, hvor der dog er ofret speciel opmærksomhed på behandlingen af konver-
teringsaffaldet, før det arbejdes sammen med de øvrige råvarer.

Råvarer

Hos Strepp udgør konverteringsaffald fra mælke- og juicekartoner 7-8% af det samlede råvareforbrug.

Produktionen var i 1990 67.000 ton og hertil medgik i alt ca. 82.000 ton råvarer, hvoraf konverteringsaffald fra mælke- og juicekartoner udgjorde ca. 6.000 ton. Der er tale om affald fra såvel helblegede kartoner som affald fra ublegede kartoner; de specifikke andele er dog ikke oplyst.

Af de 6.000 ton fremkom et rejekt (affald) på ca. 1.500 ton, hoved-
sageligt bestående af polyethylen og alu-folie.

Råvaresammensætningen i Strepps tissue-produktion varierer, som sagt fra produkt til produkt og er i øvrigt ikke eller kun sparsomt oplyst, men Strepps totale råvareforbrug har en sammensætning som angivet i tabel 2.2.

Type	Mængde %
Bleget og ubleget masse	5,5
Polyethylen-alufolie rejekt (affald)	1,8
Øvrige rejekt (affald)	18,3
Øvrige returfibre	50,0
Jomfruelige fibre	24,4

Tabel 2.2

Gennemsnitlige råvaresammensætning ved Strepps tissueprodukter.

Af tabellen fremgår, at fiberrejektet (øvrigt) udgør 18,3% af de tilførte råvarer svarende til ca. 15.000 t/år.

Ved den tidligere omtalte prøveproduktion, har det største problem vist sig at være lugtgener, især i forbindelse med åbning af ballerne af brugte mælke- og juicekartoner. Det har også givet problemer med bier og især hvepse.

Som løsning på disse problemer arbejder Strepp sammen med en leverandør om at ændre opbalningen, så ballerne i princippet først åbnes, når de er kommet ned i pulperen. Dette kan gøres ved at binde ballerne med bånd af polyethylen evt. kombineret med en omvikling med PE-strækfolie (polyethylen). Den hertil anvendte polyethylen vil kun forøge rejktet marginalt.

Pulping

Hos Strepp væltes de modtagne baller af kartonaffald uden forbehandling direkte ned i pulperen til en batchproces.

I pulperen arbejder vandet sig ind imellem yderlagene af polyethylen og alu-folie og opløser derved fibermaterialet.

Ud over en pH regulering tilsættes der ikke hjælpestoffer til pulpingen.

I forbindelse med pulping af kontoraffaldet, hvilket finder sted i en anden pulper, tilsættes sæbe til afsværtning af massen. I nogle tilfælde bleges kontoraffaldet også - i så fald med brintperoxid.

Frasortering af PE

Bunden af pulperen for kartonaffald består af en perforeret plade - 6 mm huller - hvorigennem fibermassen løber ud. For at hjælpe det sidste på vej tilsættes nu så meget vand, at tørstofprocenten falder fra 7 til 1. Herefter kan den frasorterede PE og alu skrubes af bunden.

Efter pulperen frasorteres resterende urenheder af bl.a. polyethylen-folie i en flertrinsproces. De 2 første trin består af hver sin centrifugalsigte, mens det sidste trin består af en vibrationssigte, hvor soldet i alle sigterne tilbageholder urenhederne og lader fibrene passere. Der foreligger ikke oplysninger om hulstørrelser i de forskellige soldplader, men kvaliteten på virksomhedens færdige produkter indikerer, at den beskrevne frasortering af polyethylenfolie o.a. er fuldt tilfredsstillende og driftssikker.

Tissueproduktion

Fra pulperlinierne pumpes de rengjorte masser til en af 4 papirmaskiner, for enden af hvilke de færdige baner rulles op.

Disse sælges som halvfabrikata eller opskæres til hhv. toiletpapir eller køkkenruller (ikke samme materialesammensætning), som herefter færdigpakkes.

Introduktion

2.3.4. Støbepapproduktion

Beskrivelsen er baseret på skriftlige oplysninger fra Keyes Norway A/S (Johansen), som oparbejder forskellige former for returmaterialer (herunder kartonaffald), samt jomfruelige cellulosefibre til støbepapprodukter såsom kødbakker, æggebakker, hospitalsbakker og engangstallerkener.

Det skal her tilføjes, at der ikke er søgt oplysninger ud over de på skrift foreliggende.

Der foreligger således ingen oplysninger om råvaresammensætning og oparbejdningsmængder ud over, at virksomheden råder over en fiber/plastfolie separeringsenhed, som har en kapacitet på ca. 1 t/time.

Den følgende beskrivelse er derfor ikke særlig dybtgående.

Råvarer

Der er som sagt ingen oplysninger om mængder og sammensætning, men det påpeges, at kun mælkekartoner uden alu-belægning kan oparbejdes, samt at kun homogent kartonaffald kan anvendes. D.v.s. at kartoner indeholdende CTMP kan ikke modtages, angiveligt fordi en sammenblanding af cellulosefibre og træholdige fibre medfører nogle spændinger, som ødelægger det færdige produkts formstabilitet.

Pulping

Hos Keyes Norway A/S arbejdes med en tørstofprocent på ca. 7 i pulperen, hvor fibrene opløses i en batchproces.

Frasortering af PE

Fra pulperen pumpes massen videre til separeringsafsnittet, som består af flere sigtettrin samt hydrocykloner.

Støbning

Der foreligger ingen oplysninger om støbeprocessen.

2.4. Anvendelsesmuligheder

2.4.1. Karton

Emballager til levnedsmidler

Der foreligger p.t. meget få oplysninger om anvendelsesmuligheder for kartonprodukter indeholdende oparbejdede *brugte* kartoner. Men det kan oplyses, at Fiskeby AB fremstiller en række kartonprodukter, som kommer i direkte kontakt med fødevarer. Her kan nævnes salt, ris, pasta og rugbrød.

Desuden anvendes kartonen til kaffefilteremballage og som fiberdel til margarinebægre. I forbindelse hermed kræver den svenske Livsmiddelstyrelse en bestemt svampesporegrænse overholdt.

Hos Fiskeby AB mener man, at denne grænse udelukker returfiberbaseret karton til mælke- og juicekartoner.

Emballager til andre formål

Herudover anvendes virksomhedens kartonprodukter til en lang række emballageformål, hvor de ikke kommer i direkte kontakt med fødevarer - til såkaldte "carriers".

Desuden kan oplyses, at Frövifors, som årligt producerer (1990) 214.000 ton, hovedsageligt ubleget bestrøget karton, sælger ca. 40 % heraf til carriers. (Boström, pers. komm., sept. 1991).

Selvom der er forskel mellem brugte mælkekartoner og konverteringsaffald, og selvom denne forskel hos Fiskeby AB udmønter sig i en vis frygt for hygiejnen i det færdige produkt (indholdet af svampesporer), synes der dog at være mange anvendelsesmuligheder inden for området carriers.

Endelig kan det oplyses, at man hos Fiskeby AB ikke så nogen problemer i kartoner indsamlet sammen med flasker, d.v.s. indeholdende glasskår. Sådanne kunne enkelt frasorteres i forbindelse med pulpningen.

Toiletpapir o.l.

2.4.2. Tissue

Der foreligger til dato ingen eksempler på praktisk anvendelse af brugte mælkekartoner til tissueprodukter, men til grund for Strepps aftale med Duales System Deutschland ligger bl.a. også planer om at lade fibrene fra de brugte mælke- og juicekartoner indgå i toiletpapir, sygeunderlag og industrielt aftøringspapir.

De tyske bestemmelser hindrer anvendelse til f.eks. køkkenruller, servietter og papirlommetørklæder.

Æggebakker o.l.

2.4.3. Støbepap

Der er ikke indhentet konkrete oplysninger om anvendelsesplaner for brugte mælkekartoner hos Keyes Norway A/S. Ved den tidligere omtalte prøveproduktion er der fremstillet såvel éngangstallerkener som æggebakker.

Med de restriktioner, der ses i Sverige og Tyskland, har man svært ved at forestille sig anvendelser som éngangstallerkener og kødbakker, mens der ikke synes hygiejniske hindringer for anvendelse til de støbepapprodukter, hvortil vi her i Danmark oftest ser aviser anvendt, nemlig æggebakker og hospitalsbakker.

3. Ressources

3.1. Introduktion

I dette afsnit er anført en opgørelse af de ressourcer, der forbruges når mælkekartonerne bortskaffes traditionelt, og når de indsamles med henblik på genanvendelse.

Ved ressourceforbrug forstås forbrug af råvarer og energi.

De anførte data vil blive brugt i vurderingerne om arbejdsmiljø, virksomhedsøkonomi, samfundsøkonomi og eksternt miljø, og derfor danne et fælles grundlag for disse vurderinger.

Ressourceforbruget for indsamlings- og genanvendelsesdelen er behæftet med en del usikkerhed, da de fleste data bygger på oplysninger fra erfaringer med systemer som ligner de i kapitel 2. beskrevne. De antagelser og forudsætninger, det har været nødvendigt at opstille, er anført i forbindelse med beskrivelsen af de enkelte trin.

3.1.1. Mælkekartonen

I denne rapport behandles ikke de første trin af mælkekartonens livscyklus. I det følgende resumeres dog kort enkelte nøgletal knyttet til råvareproduktion og emballageproduktion (Pommer *et al.* 1991). Disse tal anvendes ved senere vurderinger.

Papkartonen

Den papkarton, der anvendes i dag, er en gavltopkarton fremstillet af bleget karton og polyethylen (PE). En karton vejer typisk 28,5 gram, hvoraf PE udgør 3,5 gram. Dertil kommer flexo-farver til trykning i en mængde svarende til 0,32% af kartonens vægt. Mængden af de enkelte materialer er vist i tabel 3.1.

Råvare	Forbrug/ton lam. karton	Forbrug/5 mio. kartoner ~ 1 enhed
Karton	877 kg	125 ton
Polyethylen	123 kg	17,5 ton
Flexo-farver	3 kg	0,046 ton
Total	1.003 kg	~ 142,5 ton

Tabel 3.1

Råvareforbrug til fremstilling af en enhed papkartoner.

Til fremstilling af en enhed er i råvareproduktion og emballageproduktion anvendt:

<i>Kartonproduktion</i>	træ	250 ton
	vand	10.000 m ³
	pulpningskemikalier	3,9 ton
	blegningskemikalier	9 ton

<i>PE-produktion</i>	Methan (naturgas)	19 ton
	additiver	0,6 ton
	vand	300 m ³

Energi Det samlede energiforbrug til råvare- og emballageproduktion er 6420 GJ.

3.2. Traditionel bortskaffelse

Kartonerne indsamles med dagrenovationen og bortskaffes ved forbrænding (70%) eller deponering (30%).

Transport Transport fra husstand til forbrændingsanlæg eller losseplads er sat til i gennemsnit 10 km. Ved transport af en enhed papkartoner anvendes et energiforbrug på 3,1 GJ (dieseltransport, 0,20% svovl). Dette baseres på energiforbruget for en lastbil af gennemsnitsstørrelse med stop undervejs, og hvor der forudsættes, at bilen er tom ved start og fuldt lastet ved stop (Lange, pers. komm., april 1990).

Forbrænding Den energi, der udvikles ved forbrænding, kan beregnes ud fra materialernes nedre brændværdi. Den teoretiske energiudvikling ved forbrænding beregnes ud fra kartonens bestanddele af papir og polyethylen. Brændværdien for karton (incl. vand) er 15,7 GJ/ton og for polyethylen 44,5 GJ/ton (Sundström, 1990).

Ved forbrænding af en enhed kartoner er den teoretiske energiudvikling:

125 ton papir x 15,7 GJ =	1.962,5 GJ
17,5 ton polyethylen x 44,5 GJ =	778,8 GJ
I alt	2.741,3 GJ

Når 70% af kartonerne forbrændes, og når det forudsættes, at udnyttelsesgraden ved affaldsforbrænding er 75%, kan energiudnyttelsen beregnes som vist i tabel 3.2.

Teoretisk energiudvikling for 5 mio. papkartoner	2.741 GJ
Teoretisk energiudnyttelse for forbrænding af 70% af kartonerne (5 mio)	1.919 GJ
Energiudnyttelse ved forbrænding med udnyttelsesgrad på 75% (5 mio)	1.439 GJ

Tabel 3.2

Energiudnyttelse ved traditionel bortskaffelse af en enhed papkartoner.

3.3. Indsamling og sortering

3.3.1. Husstandsindsamlinger med andre fibre

Det forudsættes, at kartonerne er påtrykt information om, at de skal skylles let (så bunden er dækket) i koldt vand, én gang.

Skylningen foretages, når kartonen er tom. Det anslås, at forbrugere i gennemsnit anvender 0,25 liter koldt vand til skylning af en karton. Dette svarer til et koldtvandsforbrug for en enhed kartoner på 1.250 m³.

Der anvendes ressourcer i form af energi til transport samt vand og energi til sortering og opbalning.

Energiforbruget ved indsamling fastsættes ud fra den antagelse, at der er 50 km fra indsamlingssted til sorteringssted. For en gennemsnits lastbil, der transporterer 1 ton 1 km med stop undervejs og hvor det forudsættes, at den er tom ved start og fuld ved slut, er energiforbruget 2,16 MJ/ton x km (Lange, pers. komm., april 1990).

For en enhed kartoner svarende til 142,5 ton, der transporteres 50 km, kan energiforbruget derfor beregnes til:

$$142,5 \text{ ton} \times 50 \text{ km} \times 2,16 \text{ MJ/ton} \times \text{km} = 15,4 \text{ GJ.}$$

Skylning af containere og andet udstyr er ikke anderledes end ved den i dag anvendte indsamlingsform og er derfor ikke medtaget i vurderingen.

Til sortering og opbalning vurderes vandforbruget ud fra følgende forudsætninger.

Der forudsættes et affaldssorteringsanlæg for tørt affald med en behandlingskapacitet på 16.000 ton pr. år.

Skylning

*Transport til
sortering*

Vandforbrug

Mælkekartoner udgør ca. 1,5 % af husholdningsaffaldet. Den tørre del udgør 1/3 af totalen. Ved 80 % genanvendelse udgør mælkekartonerne ca. 3,5 % af det tørre affald.

Mængden af mælkekartoner pr. sorteringsanlæg er 3,5 % af 16.000 ton, hvilket svarer til 560 ton/år eller 11,2 ton/uge (50 arbejdsuger pr. år).

Der forudsættes rengøring 1 gang pr. uge til sorteringsanlæg og ballepresse, hvor der anvendes 1 m³ koldt vand (for hver 11,2 t kartoner). Vandforbruget til rengøring af 142,5 ton kartoner bliver derfor 12,75 m³. Ved separat balleanlæg anslås vandforbruget til 1/3, d.v.s. 4,25 m³.

*Energiforbrug ved
sortering og
opbalning*

Brændstofforbruget for en gummilæsser er 10 liter pr. time og drift i et enkelt skift bliver til ca. 1350 timer pr. år (Stjær A, pers. komm. dec. 1991). I et skift behandles ca. 8000 ton.

Energiforbrug: $(10 \times 1350)/8000 = 1,6875 \text{ l/t}$.

Energiindholdet er 43 MJ pr. kg og 1 liter vejer 0,8 kg.

Energiforbruget for 142,5 ton er derfor:

$1,6875 \times 0,8 \times 43 \text{ MJ} \times 142,5 = 8,3 \text{ GJ}$.

Installeret effekt på et sorteringsanlæg er ca. 300 kW (Rapport vedr. 4-strømsmodellen, Århus, april 1991). Der forudsættes en effektfaktor på 0,85, 6,5 arbejdstimer pr. dag og 250 arbejdsdage pr. år.

Elforbrug: $(300 \times 0,85 \times 6,5 \times 250) / 8000 \times 142,5 = 7381 \text{ kWh} = 26,6 \text{ GJ}$.

Ved adskillelse af mælkekartoner fra øvrige materialer forøges den installerede effekt til 315 kW.

Elforbrug: $(315 \times 0,85 \times 6,5 \times 250) / 8000 \times 142,5 = 7750 \text{ kWh} = 27,9 \text{ GJ}$.

*Transport til
oparbejdning*

Afstanden fra Fiskeby til Göteborg er 300 km og afstanden fra Rødby til Strepp er 700 km svarende til en gennemsnitlig transportafstand på 500 km. Dertil regnes en indenlandsk transport på 150 km, i alt 650 km.

Det antages, at der forbruges 2,16 MJ/ton x km, hvilket giver et samlet energiforbrug for en enhed kartoner på :

$142,5 \text{ ton} \times 650 \text{ km} \times 2,16 \text{ MJ/ton} \times \text{km} = 200 \text{ GJ}$.

I tabel 3.3 er vist råvareforbrug og energiforbrug for skylning af kartoner, husstandsindsamling af fraktion med andre fibermaterialer samt sortering og opbalning.

Proces	Råvareforbrug	Energiforbrug
Skylning	1.250 m ³ koldt vand	ingen
Husstandsindsamling (transport)	ingen	15,4 GJ
Sortering incl. opbal- ning Manuel fra aviser/- ugeblade	12,75 m ³ koldt vand	Olie 8,3 GJ El 26,6 GJ
Sortering incl. opbal- ning Mekanisk fra aviser/- ugeblade	12,75 m ³ koldt vand	Olie 8,3 GJ El 27,9 GJ
Transport til oparbejd- ning	ingen	200 GJ
Ressourceforbrug i alt (gennemsnit)	1.262,8 m ³ koldt vand	251 GJ

Tabel 3.3

Råvareforbrug og energiforbrug for en enhed kartoner ved husstandsindsamling med andre fibermaterialer samt sortering, opbalning og transport til oparbejdning.

3.3.2. Husstandsindsamlinger sammen med glas

Ved indsamling af mælkekartoner sammen med glas/flasker antages det, at sorteringen sker på et flaskesorteringsanlæg, hvorefter det er nødvendigt at transportere det sorterede materiale til opbalning.

Råvare- og energiforbrug til skylning og indsamling er som vist i afsnit 3.3.1.

Vand og energiforbrug til sortering og opbalning er følgende.

Vandforbrug

Vandforbruget til rengøring af sorteringsanlæg og ballepresse er sat til 12,75 m³ (afsnit 3.3.1). Det antages, at 2/3 går til rengøring af sorteringsanlæg og 1/3 til rengøring af ballepresse.

Energiforbrug

Installeret effekt på et flaskesorteringsanlæg er 200 kW, og der behandles ca. 6000 t/år.

Elforbrug: $(200 \times 0,85 \times 6,5 \times 250) / 6000 \times 142,5 = 6561 \text{ kWh} = 23,6 \text{ GJ}$.

Mellem flaskesorteringsanlægget og opbalmingsanlægget er der et transportbehov, som antages at være 50 km. Hertil anvendes 15,4 GJ.

På et rent opbalmingsanlæg er olieforbruget det samme som ved sortering, - dog er årskapaciteten højere og sættes til 12.000 ton/år.

Energiforbrug: $(10 \times 1350 \times 0,8 \times 43 \text{ MJ}) / 12000 \times 142,5 = 5,5 \text{ GJ}$.

Den installerede effekt er 100 kW.

Elforbrug $(100 \times 0,85 \times 6,5 \times 250) / 12000 \times 142,5 = 1640 \text{ kWh} = 5,9 \text{ GJ}$.

Transport til oparbejdning

Energiforbrug til transport er som anført i afsnit 3.3.1.

I tabel 3.4 er vist råvare- og energiforbrug for skylning af kartoner, indsamling af fraktion med glas/flasker samt sortering og opbalning.

Proces	Råvareforbrug	Energiforbrug
Skylning	1.250 m ³ koldt vand	ingen
Husstandsindsamling (transport)	ingen	15,4 GJ
Sortering excl. opbal- ning Mekanisk fra glas/- flasker	8,50 m ³ koldt vand	El 23,6 GJ
Transport	ingen	15,4 GJ El 5,9 GJ Olie 5,5 GJ
Opbalning	4,25 m ³ koldt vand	
Transport til oparbejd- ning	ingen	200 GJ
Ressourceforbrug i alt	1.262,8 m ³ koldt vand	266 GJ

Tabel 3.4

Råvareforbrug og energiforbrug for en enhed kartoner ved husstandsindsamling af fraktion med glas, central sortering og opbalning samt transport til oparbejdning.

3.3.3. Husstandsindsamling med kildesortering

Energiforbruget ved indsamling fastsættes efter samme retningslinier som øvrige husstandsindsamlinger, 50 km, hvilket svarer til 15,4 GJ.

Det samlede vand- og energiforbrug er det samme som under øvrige husstandsindsamlinger.

I tabel 3.5 er vist råvareforbrug og energiforbrug for skylning af kartoner, kildesortering, indsamling og opbalning.

*Transport til
sortering*

Øvrige ressourcer

Proces	Råvareforbrug	Energiforbrug
Skylning	1.250 m ³ koldt vand	ingen
Indsamling	ingen	15,4 GJ
Opbalning	4,25 m ³ koldt vand	Olie 5,5 GJ El 5,9 GJ
Transport til oparbejdning	ingen	200 GJ
Ressourceforbrug i alt	1.254 m ³ koldt vand	227 GJ

Tabel 3.5

Råvare- og energiforbrug for en enhed ved skylning af kartoner, kildesortering og opbalning samt transport til oparbejdning.

3.3.4. Containerindsamlinger

Ved containerindsamlinger medgår der ressourcer til skylning, tømning af containere samt rengøring af disse, opbalning og transport til oparbejdningsanlæg.

Vandforbrug

Vandforbruget til skylning af kartoner er det samme som for de øvrige systemer. Vandforbruget til rensning af mælkekartoncontainere er relativt lavt, da det forudsættes, at containerne ikke vaskes efter hver tømning.

Der regnes med 10 liter pr. vask og 4 gange vask pr. år samt indsamling af 2 ton pr. container pr. år. Vandforbruget for en enhed kan beregnes til:

$$4 \times 0,01 \times 142,5 / 2 = 2,9 \text{ m}^3.$$

Vandforbrug til rengøring ved opbalning antages at være 1/3 af vandforbruget ved rengøring af et sorteringsanlæg (afsnit 3.2.1) svarende til 4,25 m³.

Energiforbrug

Det antages, at mælkekartonerne skal transporteres fra standplads til centralt sted for opbalning. Transportafstanden antages at være 50 km. Ud fra dette kan energiforbruget beregnes til:

$$142,5 \text{ ton} \times 50 \text{ km} \times 2,16 \text{ MJ/km} \times \text{ton} = 15,4 \text{ GJ}.$$

Mælkekartoncontainerne indsamles med mellemrum for at blive rengjorte. Til denne transport medgår en vis mængde energi, som er vanskelig at beregne. For dog at tage hensyn til dette forhold forhøjes energiforbruget fra de 15,4 GJ til 18 GJ.

Energiforbrug ved transport til oparbejdning er det samme, som anført ved kommunal indsamling.

I tabel 3.6 er vist råvareforbrug og energiforbrug for skylning af kartoner, privat indsamling og sortering.

Proces	Råvareforbrug	Energiforbrug
Skylning	1.250 m ³ koldt vand	ingen
Container indsamling	2,9 m ³ koldt vand	18 GJ
Opbalning	4,25 m ³ koldt vand	Olie 5,5 GJ El 5,9 GJ
Transport til oparbejdning	ingen	200 GJ
Ressourcer i alt	1.257 m ³ koldt vand	229 GJ

Tabel 3.6

Råvareforbrug og energiforbrug for en enhed kartoner ved containerindsamling, opbalning og transport til oparbejdning.

3.3.5. Pantsystem

Ved et pantsystem anvendes, foruden vand til skylning af kartoner, ressourcer i form af vand, rengøringsmidler og energi til rengøring og ventilation ved modtagelsen, energi til transport til opbalningsanlæg og oparbejdningsanlæg samt vand og energi til opbalningsanlægget.

Vandforbrug

Vandforbruget ved modtagelse på udsalgsstedet kan vurderes ud fra følgende forudsætninger.

Der forudsættes en daglig rengøring af automat m.v. med et vandforbrug på 5 liter koldt vand. Ved rengøringen forudsættes anvendelse af 50% hedt vand (85°C) og anvendelse af 0,1% rengøringsmiddel.

Ifølge Danmarks Statistik "Generel erhvervsstatistik og handel" (1991) for henholdsvis "Momsregistrerede virksomheder 1989: Omsætningsfordeling" og "Arbejdssteder 1989" er der permanent ca. 3700 detailforretninger med mælkesalg med en omsætning på over 1 mio. kr. og med mere end 2 ansatte.

Hvis der forudsættes en returprocent på 70 bliver den returnerede kartonmængde ca. 2,7 t pr. udsalg pr. år. Dette svarer til 9 kg. pr. dag (300 dage pr. år) og giver et vandforbrug på 555 liter pr. ton.

Dertil kommer en rengøring af containere efter hver tømning med 10 liter koldt vand. Der forudsættes 75 afhentninger pr. år, hvilket svarer til et vandforbrug på 750 liter for 2,7 ton indsamlet materiale. Pr. ton giver dette et vandforbrug på 275 liter.

Det samlede vandforbrug ved modtagelse af 1 ton er således $555 + 275 = 830$ l. Der regnes med 1m^3 .

Vand til rengøring ved opbalning antages at udgøre $4,25\text{ m}^3$.

Forbrug af rengøringsmiddel er $142,5\text{ m}^3 \times 0,1\% = 142,5$ liter.

Energiforbrug

Energiforbrug ved transport 50 km fra indsamlingssted til opbalning er 15,4 GJ.

Energiforbruget til modtageautomater og ventilation anslås som følger:

For automater: effekt 0,25 kW og en modtagetid pr. karton 2 sek.

3.700 modtagebutikker modtager 70% af potentialet d.v.s.

$500\text{ mio.} \times 0,7 / 3.700 \sim 94.600$ kartoner.

Mængde pr. forretning:

$94.600 \times 0,0285 / 1000 \sim 2,7$ ton.

Energiforbrug pr. enhed:

$$\frac{94.600 \times 0,25 \times 2}{2,7 \times 10^6} \times 142,5 = 2,5\text{ GJ}$$

Ventilation: effekt 0,10 kW, hvor driftstiden ansættes til 24 timer /døgn året rundt.

Energiforbrug pr. enhed:

$$0,10 \times 24 \times 365 / 2,7 \times 142,5 = 46.233\text{ kWh.}$$

Det samlede energiforbrug for modtageautomater og ventilation er 46.233 kWh svarende til 166 GJ.

Energi til opvarmning af vand til rengøring :

$$142,5 \text{ ton} \times 0,5 \times (85-10) \times 4,2 = 22,4 \text{ GJ.}$$

Energiforbrug ved transport til oparbejdning er 200 GJ.

Proces	Råvareforbrug	Energiforbrug
Skylning	1.250 m ³ koldt vand	ingen
Modtagelse	142,5 m ³ koldt vand, 142,5 liter rengøringsmiddel	El 166 GJ Opvarmning af vand 22,4 GJ
Mellemtransport	ingen	15,4 GJ
Opbalning	4,25 m ³ koldt vand	Olie 5,5 GJ EL 5,9 GJ
Transport til oparbejdning	ingen	200 GJ
Ressourceforbrug i alt	1.397 m ³ koldt vand, 142,5 l rengøringsmiddel	415 GJ

Tabel 3.7

Råvareforbrug og energiforbrug for en enhed kartoner ved indsamling gennem pantsystem, opbalning og transport til oparbejdning.

3.4. Oparbejdning

Data om oparbejdning er baseret på oplysninger fra Fiskeby AB, da denne produktion er den eneste, hvorfra der er relevante informationer. Det skal dog bemærkes, at oplysningerne fra virksomheden har været meget sparsomme og baserer sig på den samlede produktion og ikke på de enkelte procestrin.

Ved oparbejdning hos Fiskeby AB anvendes råvarer i form af konverteringsaffald og andet fibermateriale, hjælpestoffer i form af kemikalier samt vand og energi.

Råvarer

Fiskeby AB anvender konverteringsaffald som en del af deres råvarer. Der anvendes ca. 12.000 ton konverteringsaffald og i alt ca. 100.000 ton fibermateriale pr. år. S sammensætningen er tidligere vist i afsnit 2.3.2. Heraf fremgår også, at ca. 85 % af konverteringsaffaldet oparbejdes til ny karton, og at rejektet stort set kun består af ikke fibermaterialer (plast- og alufolie).

Hjælpestoffer

Der er modtaget oplysninger om anvendte hjælpestoffer til en produktion af 95.956 ton karton i 1990 (Zell, pers. komm., jan. 1992). Disse er anført i tabel 3.8.

Hjælpestoffer	Forbrug pr. år i 1990	Forbrug pr. ton karton
Retentionsmiddel	480 ton	5 kg
Stivelse	350 ton	3,65 kg
Slambekæmpelsesmiddel	35 ton	0,36 kg
Skumdæmpere	120 ton	1,25 kg
Dispergeringsmiddel	13 ton	0,14 kg
Filtreringshjælpestof	60 ton	0,63 kg
Farve	3 ton	0,03 kg
Kaliumaluminiumsulfat	850 ton	8,8 kg
Svovlsyre	95 ton	0,99 kg
Natriumhydroxid	200 ton	2,08 kg
Ler	4.200 ton	43,8 kg
Kridt	2.400 ton	25,0 kg
Titandioxid	350 ton	3,65 kg
Bindemiddel	2.100 ton	21,9 kg
Dispergeringsmiddel	35 kg	0,37 kg

Tabel 3.8

Forbrug af hjælpestoffer ved kartonproduktion hos Fiskeby AB, Sverige.

Vandforbrug

Vandforbruget er oplyst fra Fiskeby AB, som den mængde, der årligt indtages og udledes. Disse data er anført i tabel 3.9.

Vandforbrug	Mængde m ³ /år	Mængde m ³ /ton
Vandindtag	2.032.320	21,2
Udledning	1.968.500	20,5

Tabel 3.9

Vandforbrug hos Fiskeby AB ved kartonproduktion.

Energiforbrug

Energiforbruget kan beregnes ud fra følgende forbrug hos Fiskeby AB:

Total: 600 kwh + 4,7 GJ/ton karton, svarende til totalt 6,9 GJ/ton karton.

Tallene er totalt for oppulping og kartonfabrikation.

3.5. Anvendelse

Der foreligger ingen data om råvare- og energiforbrug ved anvendelse for øjeblikket (15.02.92).

Formentlig vil bearbejdning i forbindelse med anvendelse ikke kræve et større råvare- og energiforbrug end ved anvendelse og forarbejdning af karton af anden oprindelse.

3.6. Sammenfatning

Opgørelse af ressourcer i form af råvarer og energi er sammenfattet i tabel 3.10 og 3.11.

Disse data er en del af grundlaget for vurderingerne med hensyn til arbejdsmiljø, økonomi og miljø.

5 mio. kasserede mælkekartoner - Råvareforbrug						
Indsamling						
med dagrenovation	med fibermaterialer	med glas	kildesorteret	containerinds.	pantsystem	
Ingen	skyllevand rengøring Vand ialt	1.250 m ³ 12,75 m ³ 1.268 m ³	skyllevand rengøring Vand ialt	1.250 m ³ 4,25 m ³ 1.254 m ³	skyllevand rengøring Vand ialt rengørings- middel	1.250 m ³ 4,25 m ³ 1.254 m ³ 142,5 l
Behandling						
Forbrænding	Oparbejdning (fremstilling af karton)					
Ingen	Kasserede mælkekartoner Vandforbrug Hjælpestoffer - pulpningskemikalier - andre kemikalier, afhænger af produktionsforhold og det ønskede produkt Resultat: karton-, tissue eller andet oparbejdet produkt					
	142,5 ton 2.850 m ³ 1,5 - 2 ton ???? 110-120 ton					
Anvendelse (fremstilling af færdige produkter)						
	Produktafhængig - evt. trykfarve, lim og andet (ikke afklaret)					

Tabel 3.10

Samlet opgørelse af råvareforbrug ved bortskaffelse og oparbejdning af mælkekarter.

5 mio. kasserede mælkekartoner - Energiforbrug						
Indsamling						
med dagrenovation	med fibermaterialer	med glas	kildesorteret	containerinds.	pantsystem	
Transport 3,1 GJ	transport 215 GJ	transport 230 GJ	transport 215 GJ	transport 218 GJ	transport 215 GJ	
	sortering/ 35 GJ	sortering/ 35 GJ	opbalning 11 GJ	opbalning 11 GJ	modtagelse/ 199 GJ	
Ialt 3 GJ	opbalning 250 GJ	opbalning 265 GJ	Ialt 226 GJ	Ialt 229 GJ	Ialt 414 GJ	
Behandling						
Forbrænding	Oparbejdning (fremstilling af karton)					
Energiudvikling	Energiforbrug pr ton 7 GJ.					
Ialt 1.439 GJ	Samlet energiforbrug					
	Anvendelse (fremstilling af færdige produkter)					
	Energiforbrug ????					
	Samlet energiforbrug					
	983GJ					
	???					

Tabel 3.11

Samlet opgørelse af energiforbrug ved bortskaffelse og oparbejdning af mælkekartoner.

4. Hygiejniske og arbejdsmiljømæssige aspekter

4.1. Introduktion

Det er vurderet, at en afklaring af de hygiejniske og arbejdsmiljømæssige aspekter er væsentlige for en overordnet vurdering af mulighederne for genanvendelse af kasserede mælkekartoner.

Da man har konstateret sundhedsmæssigt problematiske forhold på eksisterende affaldssorteringsanlæg og komposteringsanlæg, vil der i dette afsnit blive behandlet forholdene omkring:

- * De hygiejniske krav og forudsætninger for etablering af indsamlings- og sorteringssystemer,
- * arbejdsmiljøforhold ved indsamling, sortering, oparbejdning og genanvendelse af kasserede mælkekartoner.

Som grundlag for behandlingen af de hygiejniske krav ligger, dels lovgivningsmæssige krav og dels oplysninger fra myndighederne.

Arbejdsmiljøvurderingerne tager udgangspunkt i en vurdering af kasserede kartoner, der har indeholdt sød-, let- og skummetmælk. Væsentlige forudsætninger for vurderingen er:

- at der ikke forekommer kartoner fra f.eks. yoghurt, fløde og tykmælk i det materiale, der skal genanvendes, og
- at forbrugerne, som tidligere beskrevet, hjemme foretager en let skylning af kartonerne umiddelbart efter tømningen.

En fuldstændig sortering og en 100% skylning kan ikke i praksis forventes. Det er derfor forsøgt at vurdere konsekvenserne, når disse forudsætninger ikke er opfyldt. Det har dog kun været muligt i begrænset omfang på grund af sparsomme oplysninger. Som en følge heraf, er der foretaget en vurdering af behovet for supplerende viden, f.eks. indhentet ved mindre forsøg eller pilotafprøvning af indsamlingssystemet.

Generelt kan man forudse, at hvis der findes rester af mælkeprodukter og vand i de indsamlede kartoner, vil der kunne forekomme lugtgener og en ikke uvæsentlig eksponering af mikroorganismer, deres sporer og endotoksiner i flere af de led, der indgår i indsamling og den videre forarbejdning af de brugte kartoner.

Eksponeringer af mikrobiel art kan give sig udslag i arbejdsmiljøproblemer af ikke uvæsentligt omfang. Disse problemer er ikke ukendte fra skraldemandsarbejde, og der er registreret sygdomstilfælde ved indsamling af organisk husholdningsaffald til kompostering.

4.2. Hygiejniske krav og forudsætninger

Hygiejniske krav i forbindelse med indsamling og sortering af kasserede mælkekartoner vil kunne stilles af Arbejdstilsynet, af Embedslægeinstitutionen og af veterinærmyndighederne.

Arbejdstilsynet

Der er ikke fra Arbejdstilsynets side stillet deciderede krav, som kan relateres til indsamling og sortering af mælkekartoner. Dog har Arbejdstilsynet i forbindelse med etablering af et par nye sorteringsanlæg for genanvendelige materialer fra husholdninger anbefalet, at våde materialer, herunder mælke- og juicekartoner, ikke sammenblandes med genanvendelige materialer, som skal sorteres manuelt.

Endvidere arbejder Arbejdstilsynet med muligheden af at få indført forhåndsgodkendelse af affaldsbehandlingsanlæg på linie med miljøgodkendelse vedr. det eksterne miljø. I forbindelse med en sådan forhåndsgodkendelse vil grundlaget for tidligere anbefalinger naturligt indgå i vurderingerne.

Arbejds miljømæssige forhold i øvrigt er behandlet i afsnit 4.3.

Embedslægen

Fra Embedslægeinstitutionens side har man ikke klare regler eller krav ved indsamling og sortering (pers. komm. Stensberg, februar 1992).

Der stilles spørgsmålstegn ved indsamlingsfrekvensen, og det påpeges, at en hyppig indsamling om sommeren formentlig er nødvendig. På den anden side nævnes det, at mælkekartoner formentlig ikke frembyder de samme hygiejniske forhold som "grønt" affald, hvorfor en indsamling med samme eller større intervaller kan komme på tale. Der kan dog ikke gives nogle sikre anvisninger, før indsamlings- og sorteringsforsøg er udført i praksis.

Veterinærmyndighederne

Veterinærmyndighederne tager i denne sammenhæng udgangspunkt i bekendtgørelsen om detailforhandling af levnedsmidler (Miljøministeriet, 1980). Dette betyder, at man fra Veterinærdirektoratet og levnedsmiddelkontrollerne ikke ønsker at stille krav til containere og andet, som er opstillet uden for butikker m.v.. Man vil alene stille krav til områder i detailforhandlingsvirksomheder, hvor aflevering og opbevaring sker.

De kommunale indsamlinger, hvor kartonerne indsamles med dagrenovationen, og de private indsamlinger, hvor kartonerne bringes til opsamlingssteder, vil således ikke blive berørt af krav fra veterinærmyndighederne. Det er alene for det skitserede pantsystem, at myndighederne vil stille hygiejniske krav.

4.2.1. Veterinærmyndighedernes krav

I bekendtgørelsen om detailforhandling stilles følgende relevante krav for aflevering og opbevaring af kasserede mælkekartoner i butikker.

§41, stk. 2

"Returemballage skal håndteres og opbevares således, at den ikke giver anledning til forurening af levnedsmidler. I tilberedningsrum, salgslokaler eller ekspeditionsområder, hvori der tilvirkes eller detailforhandles ikke-færdigpakket kød, slagteaffald og kødvarer eller ikke-færdigpakket fisk og fiskevarer, må der ikke indbringes brugt returemballage."

§46

"Inventar, redskaber, maskiner, beholdere m.m. skal holdes rene og vel vedligeholdte. Rengøringen (jf. §47 stk. 1) med efterfølgende desinfektion (jf. §47 stk. 2) skal foretages så hyppigt, det af hygiejniske grunde er nødvendigt. Redskaber, maskiner m.v. skal rengøres og desinficeres mindst én gang hver arbejdsdag og beholdere altid efter tømning. Karklude skal koges mindst en gang hver arbejdsdag."

§47, stk. 1

"Til rengøring af lokaler, inventar, redskaber, maskiner, beholdere m.m. skal anvendes varmt vand samt egnede rengøringsmidler."

§47, stk. 2

"Til desinfektion af inventar, redskaber, maskiner, beholdere m.m., som først må foretages efter en bortskylning af rengøringsmidlet, må kun anvendes opvarmning ved brug af kogende vand eller damp, en kloropløsning eller andet af veterinærdirektoratet godkendt middel....."

4.2.2. Veterinærmyndighedernes bemærkninger

På given foranledning har Veterinærdirektoratets 3. afdeling (Niel- sen, pers F, okt. 1991) vurderet forholdene omkring et pantsystem og anført, at der bør stilles krav om:

- særligt lokale for indsamling af kartoner, der mest hensigts- mæssigt kan etableres i tilslutning til forretningens indgang,
- at lokalet skal være let renholdeligt og velventileret,
- at de indsamlede kartoner opsamles og i øvrigt anbringes i lokalet, samt i øvrigt bortskaffes herfra på en sådan måde, at der ikke skabes hygiejniske eller miljømæssige ulemper i forbindelse med indsamlingsordningen.

Levnedsmiddelkontrollen København (Streyffert, pers. komm., nov. 1991) har kommenteret følgende vedrørende indsamling ved et pantsystem.

- Forretninger, der vil modtage brugte mælkekartoner skal have særlig godkendelse af den lokale levnedsmiddelkon- trolenhed, som så i øvrigt fastsætter vilkårene herfor.

- Håndtering af modtagne, brugte mælkekartoner i forretningerne skal i det mindste ske i et særskilt, rengøringsegnet område, hvor returemballagen modtages og opbevares. Kravene til størrelsen af denne opbevaringsplads vil formentlig afhænge af, om der er tale om et automatisk system, der ikke indebærer involvering af personale, eller om der er tale om manuel modtagelse af de brugte kartoner.
- Ved ansøgning om godkendelse vil der blive lagt vægt på, om der i forvejen indsamles returemballage, pladsforhold, muligheder for effektiv renholdelse og hyppig afhentning af mælkekartonerne.
- Det vurderes, at kun en del af de forretninger, der forhandler mælk, vil kunne godkendes til at modtage og opbevare brugte mælkekartoner.

4.2.3. Vurdering

Indsamlingsordninger

Krav og anvisninger fra Arbejdstilsynet og embedslægeinstitutionen kan ikke konkretiseres ud fra det foreliggende grundlag.

Krav til husstandsindsamlinger og containerbaserede indsamlinger kan først endeligt klarlægges ud fra praktiske forsøg.

Husstandsindsamlinger og containerbaserede indsamlingssystemer vil ikke blive reguleret fra veterinærmyndighedernes side.

Pantsystem

Indsamling via et pantsystem kan lade sig gøre, men det kan ikke forventes, at alle forhandlere af mælk kan modtage de kasserede kartoner.

En detaljeret beskrivelse af de veterinære krav til den enkelte butik med hensyn til opbevaring og rengøring kan ikke angives, da der vil blive krævet godkendelse af hvert enkelt indleveringssted.

Efter bekendtgørelsen må der dog generelt forventes krav om daglig rengøring med varmt vand tilsat rengøringsmidler af udstyr og lokale. Afhentningsfrekvensen ønskes hyppigere end hver 14. dag, og der forudsættes derfor en afhentningsfrekvens på 75 gange pr. år svarende til 1 til 2 gange ugentligt.

4.3. Arbejds miljøvurderinger

4.3.1. Indsamling

Der er gennemført en database- og patentsøgning vedr. arbejdsmiljø og hygiejne ved indsamling og håndtering af mælkeemballage, flasker såvel som kartoner.

Der er søgt på flg. baser:

- Compendex Plus 1970-91
- PTS Prompt 1972-91
- Trade and Industry Index 1981-91
- Newsearch til og med august 1991
- Packaging Science & Technology Abstracts 1982-91
- PTS NPA 1985-91
- Trade and Industry ASAP 1983-91

og der er ikke kommet relevante svar.

Der er i kapitel 2 beskrevet følgende tre systemer til indsamling af mælkekartoner til genanvendelse:

1. Husstandsindsamlinger, hvor kartonerne indsamles samtidig med dagrenovation.
2. Containerindsamlinger, hvor kartonerne af forbrugeren bringes til lokalt placerede opsamlingssteder.
3. Et pantsystem, hvor forbrugeren bringer kartonerne tilbage til indkøbsstedet og der får refunderet sin betalte pant.

Indledningsvis skal opsummeres den viden, man har om arbejdsmiljøet for hvert af de 3 systemer.

Husstandsindsamlinger

De arbejdsmiljømæssige aspekter ved indsamling af dagrenovation er ikke særligt godt belyst, når bortses fra de ergonomiske forhold.

Det bedst belyste område er indsamling af organisk affald (Arbejdsmiljøproblemer ved indsamling af organisk affald). Men ifølge Christensen (pers. komm., okt. 1991), er nogle af de her rapporterede problemer "gammelkendte" skraldemandsproblemer, men der findes dog ingen registreringer.

Man har konstateret en meget hurtig vækst af mikroorganismer i organisk affald, og et meget højt kimtal i selve containerne, men det er først ved håndtering af containere, at der er mikroorganismer i luften over affaldet. Hvorledes omgivelserne er forurenede/påvirket af dette kan ikke vurderes, og derfor er det ikke på det foreliggende grundlag muligt at vurdere de sundhedsmæssige forhold ved håndtering og transport af containerne.

Da der er tale om problemer forårsaget af den organiske del af dagrenovationen, er der ikke grund til at antage, at skyllede mælkekartoner vil forårsage ændrede arbejdsmiljøproblemer i indsamlingsledet, uanset i hvilken kombination de findes med den øvrige dagrenovation.

Hertil skal føjes, at der ingen meldinger er om arbejdsmiljøproblemer ved indsamlingerne til de under pkt. 2.2.1. nævnte sorteringsanlæg, hvor mælkekartoner i en periode har været behandlet.

Det vurderes, at husstandsindsamling giver anledning til de samme problemer, som der er i dag ved det eksisterende renovationssystem, og at sorteringen muligvis kan medføre en øget sundhedsmæssig risiko. Dette kan dog kun afklares gennem forsøg.

Containerindsamlinger

Det vurderes, at de arbejdsmiljømæssige og hygiejniske problemer vil være meget begrænsede, bl.a. på baggrund af tidligere erfaringer med indsamling af affald. Det forventes ikke, at kasserede mælkekartoner frembyder større sundhedsmæssig risiko end dagrenovation i almindelighed. En endelig afklaring af de sundhedsmæssige forhold kan dog kun ske gennem forsøg.

Pantsystem

Der er, som tidligere nævnt gennemført en resultatløs database- og patentsøgning. Dette kan ikke umiddelbart tolkes, som om der ikke er arbejdsmiljøproblemer ved modtagelse, håndtering og opbevaring af de brugte mælkekartoner, men risikoen vurderes til at være yderst begrænset. En endelig afklaring af de sundhedsmæssige forhold kan kun ske gennem forsøg.

Vurdering

På baggrund af opsummeringerne og beskrivelserne kan de arbejdsmiljømæssige vurderinger af de 3 indsamlingsordninger herefter foretages.

Hos forbrugeren

I det første led af disse 3 indsamlingsordninger, hvor det er forbrugeren, der bringer kartonerne til opsamlingsstedet, kan man ikke forvente større arbejdsmiljømæssige problemer. Det vil normalt ikke være mere end højst nogle dage siden, kartonerne er blevet tømt, og der vil derfor ikke have været mulighed for udvikling af kraftig mikrobiel vækst.

På opsamlingsstedet

På det primære opsamlingssted, det vil sige dagrenovation, container eller forretning, kan man ikke forvente større mikrobielle arbejdsmiljøproblemer, idet der stadig ikke er gået lang tid, siden kartonerne sidst har forladt køleskabet. Dette forudsætter selvfølgelig, at der sker regelmæssig tømning/afhentning af kartoner (mindst hver anden uge).

Ved afhentning med dagrenovation kan der blive mindre ergonomiske problemer, idet skraldemændene skal transportere to enheder fra hver husstand, hvis kartonerne er placeret i separat kassette.

Pantsystem

Ved pantsystemet kan der ligeledes opstå ergonomiske problemer, såfremt der ikke tages højde for et øget behov for lagerplads med uhensigtsmæssige arbejdsforhold til følge.

Det kan yderligere tænkes, at der kan opstå stressproblemer, idet der nu skal tilbagebetales pant for kartoner; en ny arbejdsopgave, som formodentlig ikke kan bære ansættelse af en "kartondreng".

Ved selve tilbagebetalingen af pant kan der, selvom kartonerne er tydeligt mærkede, blive problemer med at forklare, hvilke typer kartoner, der modtages retur. Dette problem vil være specielt fremherskende i begyndelsen af et sådan pantsystem.

Oplagring af kartonerne indtil afhentning kan ske i åbne eller lukkede beholdere. Set ud fra en arbejdsmiljømæssig betragtning er lukkede beholdere med mekanisk ventilation til det fri at foretrække, idet de giver mulighed for, at rester af skyllevandet frit kan fordampe.

Afhentning

Afhentning af kartonerne fra det primære opsamlingssted til sorteringsanlæg kan ikke forventes at skabe de store arbejdsmiljømæssige problemer, idet afhentningen enten vil foregå med komprimatorbiler eller med container.

Der kan dog ved brug af komprimatorbiler fremkomme luftstrømme og stænk fra komprimeringen. Ved en hensigtsmæssig tømningshøjde kan risikoen for dette minimeres væsentligt. Hvis der er mikrobiel vækst i forbindelse med kartonerne, kan sådanne strømme indeholde mikroorganismer, deres sporer og endotoksiner.

4.3.2. Sortering og opbalning

Her skal også indledes med en opsummering af den viden, man har om arbejdsmiljøet ved sortering og opbalning.

Sortering

Ved manuel sortering af affald er der tale om forskellige former for påvirkninger af personalet:

- Mikrobiologisk påvirkning.
- Ergonomisk påvirkning.
- Psykologisk påvirkning.
- Støj og vibrationer.

Førstnævnte belastning viser sig, bl.a. ifølge Malmros (1991) at være størst, når der er fugt og organisk materiale til stede, og inden for visse grænser, jo mere fugt, des højere risiko.

Da skyllede mælkekartoner vil indeholde en ikke nærmere fastlagt mængde væde, kan det ikke udelukkes, at mælkekartonerne, hvis de indsamles f.eks. sammen med aviser og ugeblade m.v., vil kunne forårsage en mikrobiologisk vækst, som kan afstedkomme arbejdsbetingede lidelser.

Kilderne til de registrerede belastninger er sandsynligvis svampe-spore og endotoxiner, som er affaldsstoffer fra gram-negative bakterier. Det er dog stadig usikkert, om der er andre kilder til de registrerede belastninger.

Imidlertid er der, iflg. Anders Christensen (pers. komm., 1991), så vidt vides ikke registreret arbejdsbetingede lidelser fra mejerisektoren foranlediget af bakterier af lactofamilien.

Risikoen ligger derfor i mælkekartonerne som fugtbærere til andre organiske materialer, som skal behandles ved manuel indsats, også efter at mælkekartonerne evt. er frasorteret mekanisk.

For at imødegå spredning af mikroorganismer m.v. etableres der indkapsling og udsugning, hvor der udvikles støv. Det drejer sig om føddning af anlæg, båndomlastninger og ved sigtning - især kræver tromlesigter specielle forholdsregler, hvad udsugning angår.

Herudover forsynes sortererkabinen med et ventilationsanlæg for at holde evt. støvudvikling bort fra personalet.

Endelig kan mælkekartonerne afstedkomme et behov for rengøring med vand. Normalt, d.v.s. når mælkekartoner ikke modtages, rengøres dagligt med støvsuger.

Med hensyn til støj overstiger lydtrykniveauet fra en svingsigte sjældent 75 dB(A), og den giver under normale omstændigheder ikke anledning til infralyd i et generende niveau.

En vibrationssigte kan afstedkomme et lydtrykniveau over 85 dB(A) og et generende infralydniveau.

En tromlesigte medfører ikke støjmæssige og infralydmæssige problemer.

Ved sortering fra flasker vil selve glas/flaskehåndteringen afstedkomme et voldsomt lydtrykniveau, måske 100 dB(A). Et niveau som kartonerne vil medvirke til at nedsætte.

Opbalning

Presseprocessen afstedkommer en del støvemissioner, afhængig af presstype og tryk og afhængig af materiale, mest ved tørre kort-fibrede materialer, mindst ved fugtige langfibrede materialer.

Dette medfører en risiko for spredning af bakterier, men hvilken nærmere betydning dette har for arbejdsmiljøet, er ikke kendt, da der ikke foreligger dokumentation. Heller ikke under forsøget på Bornholm er der så vidt vides målt emissioner af støv og mikroorganismer.

Der vil for at imødegå denne spredning blive etableret indkapslinger og udsugning ved ballepressen.

Presseprocessen genererer en del støj, fra 85 dB(A) til måske 95 dB(A) med nogle voldsomme peaks (afhængig af presstype og fabrikat) på over 110 dB(A).

Det må formodes, at opbalning af mælkekartoner medfører et behov for rengøring med vand.

Vurdering

Som nævnt i afsnit 2 kan der muligvis blive tale om, at kartonerne skal sorteres fra andet affald som f.eks. flasker, hvis indsamlingen foregår samtidig med afhentning af dagrenovation, eller hvis den foregår via lokalt opstillede containere.

Er kartonerne ikke tørre ved ankomst til sorteringsanlægget, kan man forestille sig, at der forekommer vækst af mikroorganismer på ydersiden af kartonerne. En sådan vækst kan give sig udslag i mikrobielle arbejdsmiljøproblemer, idet bakterier, svampe, sporer og endotoksiner kan frigøres til luften under sorteringen.

Hvis sorteringen skal foregå automatisk, kan man forestille sig, at der på grund af rystelser og mekanisk påvirkning vil være en mulighed for, at mikroorganismer, der har udviklet sig i kartonerne, inden de ankom til sortering, kan blive frigjort til arbejdsluften, med de deraf følgende arbejdsmiljøproblemer i form af organismer, sporer og endotoksiner.

Yderligere kan maskinel sortering sammen med flasker give støjmæssige problemer; problemer, der altid er ved flaskesortering uanset tilstedeværelsen af mælkekartoner. Det kan forventes, at indholdet af mælkekartoner i en flaske/glasblanding vil nedsætte støjniveauet.

Hvis sorteringen foregår manuelt, vil risikoen for frigørelse af mikroorganismer og deres produkter være mindre. Der vil derimod kunne opstå ergonomiske og psykiske arbejdsmiljøproblemer på grund af ensidigt, gentaget arbejde.

Opbalning af brugte mælkekartoner forventes ikke at give anledning til væsentlige arbejdsmiljøproblemer, da opbalningen vil foregå maskinelt.

Hvis kartonerne har været længe undervejs, og de ikke har haft mulighed for at tørre under indsamlingen, kan opbalningen give anledning til, at kartonerne frigiver luft indeholdende mikroorganismer. Det er ikke muligt på forhånd at sige, hvor stort dette problem vil være.

4.3.3. Oparbejdning

Mælkekartonerne består af tre lag karton beklædt med polyethylen på begge sider, og polyethylenen på ydersiden er påtrykt farve/pigment.

Der er udviklet metoder til maskinel adskillelse af papirmasse fra de to lag polyethylen i forbindelse med pulpningen.

Denne foregår i princippet under vand, og det skønnes, at arbejdsmiljøproblemerne forbundet med processen vil være begrænsede. Detaljer omkring processen er dog ikke kendt, hvorfor en nærmere vurdering af forholdene ikke kan foretages.

Ved foreløbige pilotforsøg har man konstateret lugtgener ved "udpakning af ballerne". Dette kan evt. afhjælpes ved, at udpakning første sker i pulperen.

Øvrige arbejdsmiljøforhold vil ikke adskille sig fra anden papirproduktion.

4.3.4. Bortskaffelse af polyethylenaffald

En arbejdsmiljømæssig vurdering af de processer, der foregår med papirmassen, efter den er blevet rensat for polyethylen og farve/pigmenter, falder uden for denne rapports rammer. Det kan dog siges, at disse problemer vil svare til, hvad der er kendt inden for genbrugspapirindustrien generelt.

Det frasorterede polyethylenaffald skal på en eller anden måde tørres, således at det bliver let at transportere videre enten til genanvendelse, til forbrænding eller til losseplads.

Ved håndteringen af dette affald bør man træffe forholdsregler for at undgå eller begrænse udvikling af støv.

4.3.5. Biprocesser

I forbindelse med indsamling af mælkekartoner til genanvendelse vil der være biprocesser. Disse er :

- rengøring af containere
- rengøring af komprimatorbiler
- rengøring af indsamlingsautomater
- rengøring af arbejdslokaler, hvor kartonerne håndteres
- rengøring af maskiner, der anvendes til processerne.

Det er vanskeligt at udtale sig om de arbejdsmiljømæssige problemer ved disse rengøringsprocesser, idet problemernes omfang vil afhænge af, om processerne er automatiserede, om der bliver anvendt højtryksspuling evt. med rengøringsmiddel, eller om der anvendes almindelig afskylning med vand.

De forskellige maskiner og beholdere bør dog rengøres efter et fastlagt program for at undgå, at der sker en ophobning af resterende skyllevand med mulighed for en opblomstring af mikrobiel vækst.

De maskiner og beholdere, der er opstillet indendørs, bør have den hyppigste rengøringsfrekvens, da almindelig rumtemperatur er fremmende for den mikrobielle vækst.

4.3.6. Sammenfattende vurdering og konklusion

Der er to vigtige forudsætninger for vurderingen og konklusionen:

1. at andre kartoner end sød-, let- og skummetmælkskartoner ikke forekommer, og
2. at forbrugerne foretager en let skylning af kartonerne efter tømning.

Der findes i dag næsten ingen data, der gør en objektiv vurdering af arbejdsmiljøproblemerne ved genanvendelse af mælkekartoner mulig. Når genanvendelsessystemet er sat i værk, vil det derfor være relevant med undersøgelser af arbejdsmiljøproblemerne i de forskellige led af det valgte genanvendelsessystem.

Det har været ønskeligt at foretage en vurdering af de situationer, hvor kartonerne ikke alle er skyllet, eller hvor der indsamles og håndteres andet end mælkekartoner. Dette har dog ikke været muligt på grund af det sparsomme datagrundlag.

Det foreliggende erfaringsmateriale har ført til følgende konklusion:

De væsentligste problemer skønnes at være af mikrobiel art. Disse kan forekomme i stort set alle led i indsamlingsprocedurerne, men vil blive størst i de tilfælde, hvor kartonerne opbevares længst ved almindelig rumtemperatur.

Hvis man indsamler kartonerne via et pantsystem i detailledet, skal man være opmærksom på de veterinære krav til hygiejne, indretning m.v. Der skal ligeledes gøres opmærksom på, at ikke alle butikker, der i dag forhandler mælk, kan godkendes til at modtage kasserede mælkekartoner.

En endelig afklaring af de arbejdsmiljømæssige forhold kan først ske ved forsøg, hvor de mikrobielle forhold undersøges nærmere.

5. Virksomhedsøkonomi

5.1. Introduktion

Ved den traditionelle bortskaffelse er der tale om et offentligt styret system, hvor hvert led d.v.s. indsamling og behandling er gennemskueligt, hvad såvel udgifter som indtægter angår.

Ved genanvendelsessystemer er det kun indsamlingen, der ofte er offentligt styret, som er helt gennemskuelig. Behandlingen d.v.s. oparbejdningen og anvendelsen er derimod privat styret og derfor ikke gennemskuelig, og det har da heller ikke i forbindelse med gennemførelse af dette projekt været muligt at fremskaffe oplysninger herom. Hvad transportomkostningerne til oparbejdningen angår, betragtes de som en integreret del af oparbejdningsekonomien, bl.a. fordi de er afhængige af afstanden og om aftaler om returtransport.

En reel sammenligning kan således kun finde sted for indsamlingerne, hvorfor de økonomiske vurderinger får følgende omfang:

- Omkostningsanalyser for indsamlingssystemer for den traditionelle bortskaffelse og for genanvendelse.
- Analyse over mælkekartonernes økonomiske indvirkning på behandlingsleddet i den traditionelle bortskaffelse (forbrænding og deponering).
- Vurdering af økonomien i afsætningsmulighederne for de opballede mælkekartoner.

Med hensyn til økonomien ved oparbejdningen og anvendelse af brugte mælkekartoner kan oplyses, at Fiskeby AB, der som bekendt udelukkende anvender returmateriale til kartonproduktion, drives på privatøkonomisk basis, hvilket giver en indikation på rentabiliteten.

Af hensyn til overskueligheden er beregningerne for såvel indsamling som behandling ved den traditionelle bortskaffelse samlet i et afsnit (5.2.) og sammenligningen af indsamlingen med den vedr. genanvendelse er foretaget i afsnit 5.9.

5.1.1. Metode

Ved vurdering af de økonomiske forhold er der taget udgangspunkt i, at indsamlingsprocenten for en given ordning ikke vil komme op på 100 %, og at en ordning ikke vil være landsdækkende.

Udgangspunkt

I beregningerne tages der udgangspunkt i indsamling af 1 ton. Herefter er beregninger udført for 1 % af det årlige kartonforbrug, svarende til en enhed, og resultaterne er anført under sammenstillingen, afsnit 5.9.

Når forbruget kendes i procent af det totale forbrug for det område, hvor indsamlingsordningen etableres, kan den samlede indsamlingsøkonomi fastsættes og vurderes.

Beregningerne for mælkekartonernes indvirkning på behandlingsleddets økonomi ved den traditionelle bortskaffelse tager ligeledes udgangspunkt i behandling af 1 ton. Beregninger for forskellige forbrændingsandele for en enhed er derefter foretaget, og resultaterne er anført under sammenstillingen, afsnit 5.9.

Vurderingen af økonomien i afsætningsmulighederne er kun foretaget for 1 ton.

5.1.2. Forudsætninger

Beregningerne er baseret på, at 2,2 mio. helårshusstande i Danmark forbruger 500 mio. kartoner, svarende til 227 stk. pr. husstand.

Indsamling

Ved den traditionelle bortskaffelse beregnes, hvorledes mælkekartonerne økonomisk belaster de(t) eksisterende indsamlingssystem(er).

For genanvendelsen er forudsat, at der er etableret flerstrengede indsamlingssystemer.

Forbrænding/deponering

Det er forudsat, at dagrenovation, der bortskaffes på traditionel vis, forbrændes (70%) og deponeres (30%). På længere sigt vil den del, der i dag forbrændes, formentlig være stigende, men hvilken fordeling der f.eks. vil være om 5 år kan ikke forudsiges. Sidst i afsnittet er en ændring mod stigende forbrænding vurderet.

Ved forbrænding er der kun taget hensyn til mistet varmeindtægt og ikke til evt. indkøb af substitutionsbrændsel, da det forudsættes, at dagrenovation, hvor mælkekartoner er sorteret fra, i sig selv kan nære en forbrænding.

Prisen på varme fra et forbrændingsanlæg er meget varierende. Der er stor konkurrence på området; derudover afhænger prisen af, om der er el-produktion. Som udgangspunkt i nærværende beregninger er anvendt data, der her betragtes som et gennemsnit.

Transport

Transportomkostningerne er sat ud fra en pris på dieselolie på 2 kr. pr. liter til erhvervsmæssige formål. Ved transport af 1 ton 1 km forbruges 2,18 MJ. Under hensyntagen til en brændværdi på 42,7 MJ/kg og en massefylde på 0,84 er udgiften til at transportere 1 ton 1 km 0,2 kr.

Afsætningsmuligheder

Der er indhentet oplysninger fra USA, Tyskland og Sverige om priser på kartonaffald og brugte kartoner. Disse danner tillige med erfaringerne vedr. returpapirmarkedet (især Danmark) grundlag for vurderingen af afsætningsøkonomien.

5.2. Traditionel bortskaffelse

Forudsætninger

I det følgende er forudsat, at mælkekartoner kun belaster indsamlingssystemet med deres vægt ved transporten, og at de på et forbrændingsanlæg kan betragtes som marginale og derfor ikke betyder noget for driftsomkostninger, afskrivning og vedligeholdelse. D.v.s. at uanset om kartonerne brændes eller ej, vil der være de samme udgifter til forbrænding og indsamling af dagrenovation på ca. 1.000 kr. pr. ton (efter indtægt fra varme-/el-salg) (Miljørapport nr. 172, 1991)

Transport

Transport af dagrenovation fra husstand til forbrænding eller deponering er sat til 10 km. Dette giver en omkostning på 2 kr. pr. ton.

Forbrænding

Ved forbrænding opgøres den værdi, som varmeindholdet i kartonerne repræsenterer.

Energiindholdet i en enhed mælkekartoner er ved 70 % forbrænding 1.439 GJ (tabel 3.2) svarende til 14,4 GJ pr. ton.

Der forudsættes en pris på 52 kr./GJ. (Nermark, pers. komm., februar 1992). Varmeproduktionen repræsenterer derfor en bruttoværdi på 748 kr pr. ton svarende til 524 kr. for forbrænding af 0,7 ton (70 % af 1 ton bortskaffet affald).

Deponering

Ved deponering opgøres den udgift, der er forbundet med deponering på losseplads. Der skal gøres opmærksom på, at der tages udgangspunkt i en gennemsnits-losseplads. Nyere pladser er dyrere, mens ældre er billigere.

Udgiften til bortskaffelse af husholdningsaffald ved deponi ligger på ca. 200 kr./t (Nielsen, pers. komm., december 1991). Dette svarer til 60 kr. for 0,3 ton (30 % af 1 ton).

Statsafgift

Der opkræves en afgift af staten på 130 kr. pr. t affald, som bortskaffes ved deponering eller forbrænding.

Sammenstilling

1 t mælkekartoners indvirkning på økonomien i den traditionelle bortskaffelse er vist i tabel 5.1.

	Udgifter kr.	Indtægter kr.
Indsamling - Transport	2	
Resultat	2	
Behandling - Forbrænding (70 %) - Deponering (30 %) - Statsafgift	60 130	524
Resultat		334

Tabel 5.1

1 t mælkekartoners indvirkning på økonomien i den traditionelle bortskaffelse.

Indtægt for forbrændingsanlæg

I tabel 5.1 er anført, at et forbrændingsanlæg får en indtægt på 524 kr. for varmesalg ved forbrænding af 0,7 ton kartoner. Dette svarer til 748 kr. pr. ton. Såfremt der etableres genanvendelsesordninger for mælkekartoner vil forbrændingsanlægget have et driftstab på 748 kr. pr. ton mælkekartoner, som udebliver.

Driftsindtægten ved varmesalg for et forbrændingsanlæg, der behandler 50.000 ton pr. år er i størrelsesordenen 15-20 mio. kr. Der er 1,5 % mælkekartoner i dagrenovation, og såfremt det antages, at halvdelen indsamles med henblik på genanvendelse, vil de repræsentere et manglende varmesalg på ca. 0,25 mio. kr., hvilket er 1-2 % af indtægterne ved varmesalg.

Såfremt mælkekartonerne ikke betragtes som marginale størrelser og bortskaffelsesomkostningerne skal bæres ligeligt af alt affald, bliver billedet som tidligere nævnt et ganske andet, idet udgifter til bortskaffelse af affald ved forbrænding efter indtægt fra varmesalg på et nyt forbrændingsanlæg ligger på 3-400 kr./ton (Malmquist, pers. komm., december 1991), hvilket harmonerer godt med oplysningerne i Miljørapport nr. 172, 1992. Dette vil dog ikke blive anvendt i de følgende opstillinger.

5.3. Husstandsindsamling med andre fibermaterialer

Forudsætning

Der er ingen ekstra indsamlingsomkostninger, da mælkekartonerne i et allerede eksisterende system blot flyttes fra én beholder til en anden, og da de mængdemæssigt kun udgør 1,5 % af den samlede mængde husholdningsaffald.

Omkostningen ved sortering sættes i forhold til mælkekartonernes andel af de direkte driftsomkostninger ved manuel sortering af tørt affald - her kun lønudgifter samt nødvendig forøget rengøring.

Indsamlet mængde

Den tørre del af husholdningsaffaldet, som i praksis vil tilgå et sorteringsanlæg, er 125 kg pr. husstand pr. år (Rapporten vedr. 4-strømsmodellen, sorteringsanlæg Århus, maj 1991).

Det gennemsnitlige antal mælkekartoner pr. husstand pr. år er 227 stk., svarende til 6,5 kg.

Andelen af mælkekartoner i den tørre fraktion afhænger af indsamlingsprocenten og kan beregnes ud fra følgende:

$$\frac{\text{vægt af kartoner pr. husstand} \times \text{returprocent}}{\text{vægt af tørt affald pr. husstand} + \text{vægt af kartoner pr. husstand} \times \text{returprocent}}$$

Regnes der med en returprocent på 80, og at mælkekartonerne indgår i den tørre fraktion, udgør de følgende andel:

$$\frac{6,5 \times 0,8}{125 + 6,5 \times 0,8} = 4\%$$

Transport, indsamling

Transport i forbindelse med indsamling er sat til 50 km. Når det forudsættes, at det koster 0,2 kr. pr. ton pr. km udgør omkostningerne 10 kr. pr. ton.

Sorteringsomkostninger

I 4-strømsmodellen er regnet med, at 10 mand i 2 skift behandler 16.000 t pr. år.

Heraf er kun 6 mand beskæftiget med sortering, mens de øvrige har funktioner, som ikke bliver mere omfattende af mælkekartonernes tilstedeværelse.

Med en årsløn incl. alle sociale tillæg på 200.000 kr. pr. mand bliver sorteringsomkostningen pr. t

$$\frac{200.000 \times 6}{16.000} = 75 \text{ kr.}$$

Dette gælder også mælkekartonerne.

Opbaltungsomkostninger

Hertil kommer de rent faktiske direkte omkostninger ved opbalning, omfattende:

- el
- bindetråd
- vedligeholdelse

Tråden udgør den største enkeltpost, ca. 15 kr./t, el ca. 5 kr./t og vedligeholdelse ca. 5 kr./t (4-strømsmodellen sorteringsanlæg Århus, maj 1991). I alt er omkostningen 25 kr./t, således at sorteringsomkostningerne incl. opbalning er 100 kr./t.

Rengøring

Desuden tilkommer den ekstra rengøring, som fordres p.g.a. behandling af mælkekartoner. Et sorteringsanlæg behandler op til 8.000 t/år pr. skift pr. linie, d.v.s. i 2 skift 16.000 t/år.

Heraf vil mælkekartonerne udgøre 640 t, som behandles i løbet af 50 uger, d.v.s. ca. 13 t pr. uge.

Den nødvendige rengøringsindsats sættes til 2 mandetimer pr. dag, d.v.s. 12 timer om ugen, svarende til 1/3 mand á kr. 200.000 pr. år.

Lønomkostning til rengøring pr. t mælkekartoner:

$$\frac{200.000}{3 \times 640} = 105 \text{ kr./t}$$

Hertil kommer et vandforbrug på 1 m³ pr. uge. Afgiften herfor incl. afledning er ca. 12 kr. (Århus Kommunale Værker). Vandafgiften er med de nævnte 13 t pr. uge 1 kr./t. Den samlede omkostning til rengøring er herefter pr. t 106 kr.

De samlede omkostninger pr. indsamlet ton er vist i tabel 5.2.

	Udgifter kr.
Indsamling (transport)	10
Sortering/opbal- ning - drift	100
- rengøring	106
Udgifter i alt	216

Tabel 5.2

Driftsudgifter pr. ton ved husstandsindsamling af kartoner sammen med andre fibermaterialer.

5.4. Husstandsindsamlinger sammen med flasker

Forudsætninger

Der er ingen ekstra indsamlingsomkostninger, da mælkekartonerne blot flyttes over i kassetten for flasker ved husstanden.

Hvis flaskekassetten tømmes hver 14. dag, og der regnes med et gennemsnitsforbrug, fås:

$$\frac{\text{total salg 1}}{\text{antal husstande dk x uger pr. år}} \times 2 =$$

$$\frac{500.000.000}{2.200.000 \times 52} \times 2 = 8-9 \text{ l}$$

En åbnet karton kan rumme 9 sammenklemte kartoner; så selv et forbrug på 2-3 gange gennemsnittet, svarende til 20 kartoner pr. 14 dage klemmt sammen i 2 kartoner, bør kunne være i flaskekassetten.

Transport, indsamling

Transport i forbindelse med indsamling er sat til 50 km. Når det forudsættes, at det koster 0,2 kr. pr. ton pr. km., udgør omkostningerne 10 kr. pr. ton.

Sorteringsomkostninger

De ekstra omkostninger ved sorteringen kan opgøres som følger:

Ved en returprocent på 80 returneres 11.400 t mælkekartoner pr. år.

De behandles på 5-6 anlæg for grovsortering af flasker, d.v.s. hvert anlæg modtager ca. 2.000 t kartoner pr. år.

Til at behandle kartonerne kræves for hvert anlæg en sorteringsmaskine, f.eks. et vibrerende skråbånd samt opsamlingsudrustning f.eks. selvkomprimerende container.

Samlet investering pr. anlæg 1.000.000 kr., som afskrives over 7 år - 10%, svarende til 200.000 kr./år = 100 kr./t.

Drift og vedligeholdelse sættes til 5% af investeringen, svarende til 25 kr./t. Heri er også inkluderet ekstraomkostninger til rengøring.

Mellemtransport

Transport mellem flaskeanlæg og opbalningsanlæg foregår i en selvkomprimerende container 10 t pr. gang på en ophalervogn. Der regnes med 1 time á 500 kr. pr. gang, d.v.s. 50 kr./t.

Opbalningsomkostninger

Opbalning af almindelige returpapirfibre kan gøres for et gebyr på 150 kr./t (Malmquist, BOFA, pers. komm., december 1991), omfattende:

- el
- bindetråd
- løn
- drivmidler m.v.
- vedligeholdelse
- forrentning og afskrivning
- diverse

P.g.a. forøget rengøring sættes opbalmingsomkostningerne til 1,5 gange normal, d.v.s. 230 kr./t.

De samlede omkostninger pr. indsamlet ton er vist i tabel 5.3.

	Udgifter kr.
Indsamling (transport)	10
Sortering - kapitalomk.	100
- drift	25
Mellemtransport	50
Opbalning	230
Udgifter i alt	415

Tabel 5.3

Driftsudgifter pr. ton ved husstandsindsamling af kartoner sammen med andre flasker.

5.5. Husstandsindsamlinger med kildesortering

Forudsætninger

Indsamlingen etableres sammen med indsamling af andre kildesorterede materialer. Afhentning hver 14. dag af 2 fraktioner til genanvendelse samt f.eks. en restfraktion. Alle fraktioner køres på kærre el. lign. af skraldemanden.

Indsamlingsomkostninger

Iflg. Miljøprojekt nr. 172 (1991) er udgiften til indsamling af én fraktion i kassette incl. forrentning og afskrivning 59 kr. pr. husstand pr. år.

Dette gælder, uanset om der er afhentning af kassetten 26 gange pr. år (hver 2. uge) sammen med f.eks. sæk, eller om man anvender 4 kassetter, som afhentes samtidig 12 gange pr. år (hver måned).

Da indsamling af mælkekartoner som egen fraktion i et kildesorteringssystem vil medføre mere end 2 kassetter i hver husholdning, vil det være mest realistisk at regne med sidstnævnte system (månedsvi afhentning).

Hver husstand har et gennemsnitligt forbrug på 227 kartoner, svarende til 6,5 kg pr. år:

Afhængig af genanvendelsesprocenterne bliver indsamlingsomkostningerne pr. t:

$$\frac{1.000 \text{ kg} \times \text{genanvendelsesprocent}}{\text{mængde pr. år}} \times \text{omk. pr. år} =$$

$$\frac{1.000 \times 100}{6,5 \times \text{pct.}} \times 59$$

Resultaterne af disse indsamlingsomkostninger er vist i tabel 5.4 sammen med de øvrige omkostninger. Der skal medregnes udgifter til transporten til opbalning på 50 km. Når det forudsættes, at omkostningerne udgør 0,2 kr. pr. ton. pr. km, udgør omkostningerne 10 kr. pr. ton.

Opbalning

Omkostningen til opbalning er som under andre husstandsindsamlinger med glas sat til 230 kr./t.

De samlede omkostninger pr. indsamlet ton afhængig af genanvendelsesprocent er vist i tabel 5.4.

Genanvendelse	40%	50%	60%	70%	80%
Indsamlingsomk. kr./ton	22.692	18.154	15.128	12.967	11.346
Transport, inds. kr./ton	10	10	10	10	10
Opbalning kr./ton	230	230	230	230	230
Udgifter i alt	22.932	18.394	15.368	13.207	11.586

Tabel 5.4

Driftudgifter pr. ton ved husstandsindsamling med kildesortering.

5.6. Containerindsamlinger

Forudsætninger

Containerne opstilles med samme tæthed, som flaskecontainerne sædvanligvis opstilles, d.v.s. 1 container pr. 500 husstande.

Der regnes med tømning hver 14. dag, d.v.s. 26 tømninger pr. år.

Indsamlingsomkostninger

1 container koster 2.000 kr. og forrentes og afskrives over 7 år - 10%, d.v.s. 400 kr. pr. år.

Forrentning og afskrivning pr. tømning er herefter:

$$\frac{400}{26} = 15 \text{ kr.}$$

Som beregningsgrundlag sættes genanvendelsesprocenten til 60 ved private containerindsamlinger, hvilket svarer til returprocenten for flasker.

En ophalervogn kan tømme 30 containere pr. dag (Lieberknecht, Århus Renholdningsselskab, pers. komm., august 1990), hvilket svarer til 7.500 tømninger pr. år (250 arbejdsdage).

De økonomiske forhold ved anskaffelse og drift af en ophalervogn er som følger (Lieberknecht):

Anskaffelse 800.000 kr. - afskrives over 7 år - 10%.

Drift - 1 mand 200.000 kr. pr. år.

Drift, d.v.s. drivmidler, smøring samt reparation og vedligeholdelse 100.000 kr. pr. år.

Regnskab:

Udgifter:

Forrentning og afskrivning
800.000 kr. x 0,2
160.000 kr.

Bemanding 200.000 kr.

Drift 100.000 kr.

I alt pr. år 460.000 kr.

Udgifter pr. tømning $\frac{460.000}{7.500} = 61 \text{ kr.}$

Ved opstilling af 1 container pr. 500 husstande fås følgende indsamlingsmængder pr. container, når der regnes med 2,2 mio. husstande (Danmarks Statistik, 1990):

Indsamlingsmængde =

$$\frac{\text{Vægt kartoner i alt} \times \text{antal husstande pr. container} \times \text{genanvend.procent}}{\text{antal husstande i dk}} =$$

$$\frac{14.250 \times 500 \times 60}{2,2 \times 10^6 \times 100} = 1,95 \text{ t/år}$$

Dette svarer med 26 årlige tømninger til 75 kg/tømning.
Herved bliver tønningsudgiften pr. ton:

$$\frac{15 + 61}{0,075} = 1.015 \text{ kr./t}$$

Transport, indsamling

Transport i forbindelse med indsamling er sat til 50 km. Når det forudsættes, at det koster 0,2 kr. pr. ton pr. km udgør omkostningerne 10 kr. pr. ton.

Rengøringsomkostninger

Vask af container gennemføres 4 gange pr. år. Dette gøres, ved at containerne hjemtages på en speciel opsamlingsstur på en åben ladvogn med kran.

Den åbne ladvogn med kran koster 300.000 kr. i anskaffelse og kan rumme 5 containere. Der skal altså indkøbes reservecontainer - 5 stk. til et containerhold på 300 stk., hvilket svarer til, hvad en ophallervogn kan tømme på en 14 dages periode.

Det forudsættes, at ladvognen kan nå 6 ture med 5 containere pr. dag, d.v.s. i alt 30 containere pr. dag. Den nødvendige vaskerytme for et containerhold på 300 stk. er 5 stk. om dagen i 60 dage. Ladvognen har altså en kapacitet på 6 gange det nødvendige. Det forudsættes, at den kan udnyttes til andre opgaver i de resterende 5/6 af tiden.

De 5 ekstra containere pr. hold på 300 stk. giver ekstra forrentning og afskrivning. Fra et hold på 300 stk. indsamles pr. år:

$$1,95 \times 300 = 585 \text{ t.}$$

Forrentning og afskrivning - 7 år - 10%:

$$\frac{5 \times 2.000 \times 20}{100 \times 585} = 3,50 \text{ kr./t}$$

Indsamling til vask:

Drift, bil	50.000,-
Løn	200.000,-
Forrentning og afskrivning	<u>60.000,-</u>

310.000,-

Udnyttes kun 1/6:

$$\frac{310.000}{6 \times 585} = 88,00 \text{ kr./t}$$

Vask (sættes lig en billig autovask)
= 25 kr. pr. gang.

$$4 \text{ gange vask om året } \frac{25 \times 4}{1,95} = 51,50 \text{ kr./t}$$

Vaskeomkostninger i alt 143,00 kr./t

Opbalning

Opbalning er som tidligere sat til 230,- kr./t

De samlede omkostninger pr. indsamlet ton er vist i tabel 5.5.

	Udgifter kr.
Indsamling (transport)	10
Indsamling tømningsudgift	1.015
Vask	143
Opbalning	230
Udgifter i alt	1.398

Tabel 5.5

Driftsudgifter pr. ton ved containerindsamling af kartoner.

5.7. Pantsystem

Forudsætninger

Systemet antages at blive drevet af en pantforening, hvis formål det er at skaffe mælkekartoner retur og ikke at skabe profit.

Panten sættes på et niveau, f.eks. 0,50 kr., som resulterer i, at kun en del af mælkekartonerne returneres, d.v.s. at der bliver et provenu af ikke genudbetalt pant, og dette provenu anvendes sammen med fortjenesten ved salg af de returnerede mælkekartoner til at betale håndteringsgodtgørelse til forretningerne incl. drift og forrentning og afskrivning af automater - til opsamling og opbalning samt til administration af systemet herunder PR. Dette er helt analogt med den måde, hvorpå dåsepanten fungerer i Sverige.

Den valgte pant-størrelse er relevant for indsamlingsprocenter på mellem 40 og 60%. Såfremt indsamlingsprocenten skal højere op, må det antages, at pantbeløbet skal hæves.

Godtgørelse

På baggrund af "Genanvendelse af brugte mælkekartoner" (Andersen, DTI, januar 1991), sættes godtgørelserne pr. ton (35.089 kartoner) som følger:

Forretninger	0,15 kr. pr. stk. =	5.263 kr./t
Indsamling/balning	0,07 kr. pr. stk. =	2.456 kr./t
Administration	<u>0,02 kr. pr. stk. =</u>	<u>702 kr./t</u>
I alt	0,24 kr. pr. stk. =	<u>8.421 kr./t</u>

Hvilket er identisk med driftsregnskabet for pantsystemet excl. ikke genudbetalt pant.

Ikke udbetalt pant

Den ikke genudbetalte pant vil ved forskellige genanvendelsesprocenter få følgende indflydelse på regnskabet, idet der regnes med en pant på 0,50 kr./stk. incl. moms, svarende til 0,41 kr./stk. excl. moms (22 %). Beregningerne af dette er anført i bilag 1.

Det faktiske driftsresultat fremkommer først, når den ikke genudbetalte pant bliver indregnet, - og dette kræver fastlæggelse af en returprocent.

Hvis der regnes med en returprocent på 60 vil hver returneret ton repræsentere 60 % af totalen. Den ikke returnerede del udgør herefter 0,667 ton svarende til $0,667 \times 35.088 = 23.392$ kartoner. Den ikke genudbetalte pant andrager $23.392 \times 0,41 \text{ kr} = 9.591 \text{ kr}$.

Driftsresultatet for 1 returneret ton ved en returprocent på 60 er opstillet i tabel 5.6.

	Udgifter kr.	Indtægter kr.
Godtgørelse	8.421	
Ikke genudbetalt pant		9.591
Resultat		1.170

Tabel 5.6

Driftsregnskab incl. genudbetalt pant pr. ton ved indsamling af kartoner gennem pantsystem ved en returprocent på 60.

5.8. Afsætning

I dette afsnit belyses de økonomiske muligheder, der er ved afsætning af brugte mælkekartoner. Desuden vurderes transportomkostningerne til mulige aftagere.

Markedet

Indledningsvis må de fastslås, at der ikke findes et reelt marked for brugte mælkekartoner eller andre drikkevarekartoner.

Hos Fiskeby AB mener man, at prisen for modtagelse af brugte kartoner vil være lidt under prisen for konverteringsaffald, som er ca. 1.600 kr. pr. ton (SEK 1.500 pr. ton, Zell, pers. komm., september 1991).

I USA pågår forsøgsindsamlinger og prøveproduktioner, og det er oplyst, at Wayerhauser betaler 140-160 \$ pr. ton (Moriggia, pers. komm.).

I Tyskland, hvor der nu er ved at blive gennemført indsamlinger af drikkevarekartoner via Duales System Deutschland, pågår primo 1992 forhandlinger om priser og leveringsaftaler med nogle enkelte papirfabrikker. De aftalte priser ligger i størrelsesordenen 10 DM pr. ton (Schertz, pers. komm., marts 1992).

Et så markant prisfald er kendt fra andre genanvendelsesordninger, hvor det offentlige direkte eller indirekte igangsætter indsamling af genanvendelige materialer, som skal afsættes på et privatøkonomisk marked.

Fiskebys prisantagelse baserer sig tydeligvis i en kvalitetsvurdering, men det synes også tydeligt, at markedet vil se anderledes på de offentligt "tilvejebragte" brugte kartoner. Prisen vil formentlig i starten blive lav, og driftsøkonomisk vil det nok være for usikkert at regne med en afsætningspris højere end 50 kr. pr. t.

Transport

Uanset afsætningspris synes en afsætning til Fiskeby AB og/eller Strepp at være en mulighed. Transporten for en fuldt læsset trailer fra Danmark til Fiskeby AB (Norrköping) er opgivet til ca. 6.000 kr. fra Jylland og ca. 5.000 kr. fra Sjælland (Christensen, Bech Hansen & Studsgaard, pers. komm., december 1991). Transportomkostningerne til Strepp ved Köln opgives til at ligge på samme niveau.

Traileren må højst laste 25 t, og med en ballevægt på 5-700 kg, gns. 600 kg, er det ikke noget problem at udnytte lastekapaciteten.

Dette giver gennemsnitlige transportomkostninger på 220 kr. pr. ton, hvilket kan betyde, at der må accepteres yderligere underskud på ca. 170 kr. (220 - 50) for hvert ton, som sendes til oparbejdning.

5.9. Sammenfatning

5.9.1. De forskellige indsamlingsformer

I den efterfølgende tabel, tabel 5.7 er resultaterne fra de enkelte indsamlingssystemer, udregnet for én solgt enhed af mælkekartoner, gengivet.

Ved traditionel bortskaffelse er transportudgiften 2 kr. pr. t, svarende til 285 kr. for én enhed.

Traditionel bortskaffelse kr.	- 285				
Genanvendelse - procent	40%	50%	60%	70%	80%
- mængde (t)	57,0	71,3	85,5	100,0	114,0
Hus.inds. med fibermaterialer kr.	- 12.312	- 15.390	- 18.468	- 21.546	- 24.624
Hus.inds. med flasker kr.	-23.655	- 29.569	- 35.483	- 41.396	- 47.310
Hus.inds., kildesortering kr.	-1.307.124	-1.311.492	-1.313.694	-1.320.700	1.320.804
Containerindsamling kr.	- 79.686	- 99.677	- 119.529	- 139.800	- 159.372
Pantsystem kr. *	750.003	424.582	100.004	- 227.100	- 549.994

Tabel 5.7

Samlet oversigt over økonomiske resultater ved forskellige indsamlingsformer, udregnet for en enhed, d.v.s. 142,5 t.

* : økonomien for høje indsamlingsprocenter er ikke realistisk med det forudsatte pantbeløb.

Vurdering

Sammenholdes indsamlingen ved traditionel bortskaffelse med indsamlingerne ved de forskellige genanvendelsesordninger ses, at de sidstnævnte alle er mere omkostningskrævende end ved traditionel bortskaffelse.

Desuden fremgår

- at pantsystemet ved afpasset pantbeløb og returprocent (40-60%) kan give en væsentlig økonomisk gevinst.
- at husstandsindsamlinger sammen med andre materialer ligger på 436-635 kr. pr. ton
- at containerindsamlinger giver et dårligere resultat
- at husstandsindsamling med kildesortering er særdeles omkostningstung

5.9.2 Behandling ved traditionel bortskaffelse.

I afsnit 5.2 er forudsat, at 70 % af affaldet bortskaffes ved forbrænding og 30 % bortskaffes ved deponering.

Det kan forventes, at ikke genanvendeligt affald i fremtiden i højere grad vil gå til forbrænding frem for deponering. Fremover skal man derfor regne med en højere forbrændingsprocent, f.eks. 80 %, 90 % eller 100 %.

I tabel 5.8 er der for hver af de angivne forbrændings-/deponeringsandele angivet mælkekartonernes indvirken på økonomien i den traditionelle bortskaffelse.

Beregningerne er foretaget med udgangspunkt i tabel 5.1, hvor henholdsvis udgifter og indtægter ved den traditionelle bortskaffelse af 1 t kartoner er beregnet.

Nøgletallene herfra er:

Forbrænding: 748 kr./t
Deponering: - 200 kr./t
Statsafgift: - 130 kr./t

Med udgangspunkt i disse nøgletal er nettogevinsten ved bortskaffelse for de angivne forbrændings-/deponeringsandele følgende:

70 % forbrænding, 30 % deponering	334 kr./ton
80 % forbrænding, 20 % deponering	428 kr./ton
90 % forbrænding, 10 % deponering	523 kr./ton
100 % forbrænding	618 kr./ton

Med udgangspunkt i ovenstående nettogevinster pr. ton, kan der foretages en beregning af en enhed mælkekartoners indvirkning på økonomien. Indvirkningerne for de angivne forbrændings-/deponeringsandele fremgår af tabel 5.8.

Forbrænding/deponering (%)	Resultat pr. enhed (kr.)
70/30	47.595
80/20	60.566
90/10	74.528
100/0	88.065

Tabel 5.8

Oversigt over forskellige forbrændingsandenes indvirkning på økonomien for den traditionelle bortskaffelse af en enhed mælkekartoner.

Som det ses af tabel 5.8 har ændringer i forholdet mellem forbrænding og deponering forholdsvis stor indflydelse på mælkekartonernes andel af økonomien for den traditionelle bortskaffelse.

5.9.3 Afsætning

Det prisniveau, der er oplyst fra USA, og det prisniveau, man forventer hos Fiskeby AB, ville, selv om man modregner transportomkostninger, give mulighed for et rimeligt positivt resultat, hvis mælkekartonerne blev indsamlet ved husstandsindsamlinger sammen med andre materialer.

Men med erfaringerne fra avisindsamlingerne, hvor afsætningsprisen efter planlægningsfasen er faldet med op til 70 % (Rendan Nyt 8, 1991), og med prisudsigterne i Tyskland ser det ikke umiddelbart ud til, at afsætningsprisen i en overskuelig fremtid vil kunne dække indsamlings- og transportomkostninger.

6. Samfundsøkonomiske vurderinger

6.1. Samfundsøkonomisk vurderingsmetode

Faktorprismetoden

Der findes flere analysemetoder til opgørelse af de samfundsøkonomiske konsekvenser i projektvurderinger. En af metoderne er den såkaldte markedsprismetode (se f.eks. Vejledning i samfundsøkonomisk vurderingsmetode, Finansministeriet 1990), hvor udgangspunktet er de af forbrugerne faktisk betalte priser, da disse formodes at udtrykke betalingsviljen eller 'nytten', og disse beregningspriser indeholder dermed f.eks. også skatter og afgifter.

En anden er faktorprismetoden, hvor projektets ressourceforbrug opgøres i priser rensat for skatter/afgifter, subsidier o.lign., d.v.s. faktorpriser udgør beregningspriserne.

Den sidste metode anvendes her, bl.a. af den simple årsag, at mange af aktiviteterne i de beskrevne indsamlingssystemer ikke er 'markedsomsatte goder', hvor der foreligger tilhørende markedspriser.

De følgende analyser vil derfor tage udgangspunkt i opgørelser over ressourceforbruget i faktorpriser, og der vil løbende for de enkelte indsamlingssystemer blive gjort opmærksom på yderligere forudsætninger.

Faste priser

Der er generelt forudsat faste priser, hvor alle opgivelser er 1991-priser, og der opstilles konsekvenser for én periode (et år), som så tænkes at være repræsentativ eller gældende for alle fremtidige perioder.

Miljøeffekter, som også normalt hører hjemme under en samfundsøkonomisk vurdering, er udeladt her. Udeladt er også speciel hensyntagning til indsamlingssystemer, der indebærer positive beskæftigelses- og/eller valutaeffekter, hvor der alternativt kunne forsøges indregnet eventuelle gevinstelementer herfra.

Grundlag

De følgende beregninger er gennemført for 1 ton kartoner, og i slutningen af kapitlet er de samfundsøkonomiske konsekvenser af de behandlede bortskaffelsessystemer opstillet for en enhed (1% ~ 142,5 t).

Opstilling af konsekvenser

Konsekvenserne opstilles i samme type skema/tabel for alle indsamlingssystemer for at lette overskueligheden - omkostninger benævnes C ('costs') og de positive effekter B ('benefits'). For hvert system opdeles i følgende elementer:

1.	Husholdningsbehandling	Omkostninger i husholdningerne ved at skulle skaffe sig af med kartonerne.
2.	Indsamling	Omkostninger ved at indsamle kartonerne fra boliger, containere o.lign. og transport til deponering/forbrænding eller sortering/opbalning (vedr. genanvendelse).
3.	Sortering, opbalning	Omkostninger til sortering/opbalning.
4.	Anvendelse	Omkostninger til deponering/forbrænding ved traditionel bortskaffelse.

Fremgangsmåden er derefter først at vurdere omkostningerne ved at bortskaffe kartonerne på den nuværende, traditionelle måde med deponering eller forbrænding sammen med dagrenovationen (afsnit 6.2.). Dernæst vurderes i de følgende afsnit omkostningerne ved bortskaffelse gennem de forskellige indsamlingssystemer med sigte på genanvendelse.

Da det ikke er afgjort, hvor kartonerne i givet fald skal oparbejdes (f.eks. Fiskeby eller Strepp) og hvilke muligheder, der er for transport, og der endvidere hersker stor usikkerhed om afsætningsprisen, er transportomkostningen til oparbejdningssted samt salgsindtægter ikke medtaget i de følgende økonomiopstillinger (afsnit 6.3-6.7).

Selv om de anførte omkostningsposter - transport og salgsindtægt - ikke medtages direkte, vil det være muligt at vurdere økonomien i genanvendelsessystemerne. Når indsamlingsomkostningerne i et af de sidstnævnte systemer er opgjort, sammen med økonomien i den nuværende bortskaffelsesmetode, er det selvfølgelig muligt at fastlægge minimumsniveauet for salgsprisen, givet at indsamlingssystemet skal være rentabelt. Dette prisniveau kan man så sammenholde med de aktuelle afsætningsmuligheder for at vurdere, om det vil være rentabelt at iværksætte et af genanvendelsessystemerne.

6.2. Traditionel bortskaffelse af kartoner

Forudsætninger

Her opgøres, hvilke omkostninger der er ved at have kartonerne i dagrenovationen. Der tages udgangspunkt i den nuværende bortskaffelsesordning med dels forbrænding og dels deponering på losseplads.

En stor del af de talmæssige oplysninger stammer fra det foregående afsnit om virksomhedsøkonomien, hvorfor der henvises hertil angående forudsætninger, kilder, m.v. Resultaterne er opsummeret i den efterfølgende Tabel 6.1.

Kartonvægt

6.2.1. Husholdningsbehandling

Da kartonerne kun udgør 1,5 % af dagrenovationen har de ingen væsentlig indflydelse på husholdningernes tids- og ressourceforbrug med hensyn til opsamlingen i affaldspose (f.eks. under køkkenvask) og efterfølgende placering af denne i sæk, affaldscontainer el.lign. uden for boligen.

Ud fra dette synspunkt kan man se bort fra omkostninger i denne del af indsamlingsforløbet.

Kartonvolumen

Selvom kartonerne vægtmæssigt intet betyder i den samlede affaldsmængde, vil det nok for de fleste husholdninger opleves anderledes, da kartonerne volumenmæssigt udgør en større og mere 'uhåndterlig' andel end de førnævnte 1,5 % af affaldsposens indhold. Derfor kan man godt argumentere for, at der skal indkalkuleres en vis - men formodentlig mindre - omkostning under dette punkt.

I alle de efterfølgende muligheder for genanvendelse vil der imidlertid også indgå en vis 'behandling' af kartonerne hos husholdningerne, hvorfor dette punkt vil optræde igen.

Da genanvendelsessystemerne vurderes ud fra, hvilke ændringer de medfører i forhold til det nuværende system, er det tilstrækkeligt at inddrage de ændrede forhold/omkostninger vedrørende husholdningernes behandling af kartonerne.

Derfor er det ikke strengt nødvendigt, selv om man vælger at indkalkulere en positiv omkostning under dette punkt, at foretage en nøjere opgørelse her, da punktet skal ses i sammenhæng med de senere opstillinger (afsnit 6.3.-6.7.). Dette punkt er derfor kun opført med et 'T' i Tabel 6.1.

Transport til deponering eller forbrænding

6.2.2. Indsamling

Her antages dagrenovationen (placeret i sæk, container, el.lign. uden for boligen) at blive opsamlet i renovationsvogn og transporteret direkte til deponering eller forbrænding.

Kartonerne er selvfølgelig marginale som før, med en andel på 1,5 % af affaldsmængden. Derfor antages den manuelle håndtering og 'pladsforbrug' på renovationsvogn at være upåvirket af kartonerne tilstedeværelse.

Brændstofomkostning

Kartonernes vægt betyder imidlertid påvirkning af renovationsvognenes brændstofforbrug, som kan opgøres til følgende omkostning. Med en transportafstand på gennemsnitligt 10 km og en kartonvægt på 1 t er det ekstra dieselforbrug 21,8 MJ.

Brændværdien er 42,7 GJ/t og massefylden 0,84 (Forsyningskatalog 88, afsnit 1202, Energistyrelsen 1988) - hvilket giver et forbrug på omkring 0,61 liter dieselolie, som rundes op til 1 liter i beregningerne.

Afgiften på dieselolie er 176 øre/l, hvortil yderligere kommer moms. Med en forbrugerpris (ikke-erhvervsmæssige formål) på omkring 4,50 kr./l, giver det knap 2 kr./l dieselolie, når der renses for afgifter. Dette beløb antages i det følgende at udtrykke den samfundsøkonomiske pris på dieselolie.

Den samlede omkostning bliver dermed 2 kr., hvilket er særdeles lidt og uden betydning i det samlede regnestykke, hvorfor forudsætningerne om en transportafstand på 10 km og en dieselpriis på 2 kr./l heller ikke er kritiske.

6.2.3. Sortering, opbalning

Ingen relevans i dette tilfælde, da der ikke optræder mellemlid i indsamlingsprocessen.

6.2.4. Anvendelse

*Fordelingen
deponering/forbrænding*

De 30 % af affaldet køres i dag til lossepladsdeponering, og den resterende del ender på forbrændingsanlæg.

Da der er en del usikkerhed om den fremtidige fordeling mellem deponering og forbrænding, anvendes den eksisterende 30-70 % fordeling i de følgende beregninger.

Deponering

Først deponering på losseplads. Der antages en deponering på 0,3 t. Dernæst skal den samfundsøkonomiske deponeringspris for almindelig dagrenovation fastsættes, hvad der er en noget vanskeligere opgave, hvorfor der her nødvendigvis må optræde et betydeligt element af skøn.

Nye depoter

Placering på nyere depoter koster ca. 200 kr./t (Odense Kommune). Selvom beløbet modsvarer omkostningerne ved at drive (kommunale) lossepladser, er der ikke nødvendigvis tale om identitet med den samfundsøkonomiske omkostning.

F.eks. er der spørgsmålet om indregning af jord/grundomkostningen vedr. lossepladsindretninger i deponeringsprisen - hvis der da overhovedet er indregnet dette element i de kommunale priser. Jord i netop denne anvendelse - lossepladser - vil uden tvivl blive en mere og mere knap faktor i fremtiden, hvad der indebærer, at den samfundsøkonomiske deponeringspris (realt) vil kunne udvise et stigende forløb, og desuden udmærket kan tænkes at befinde sig på et højere niveau end de førnævnte 200 kr./t.

En del af omkostningerne har udspring i miljømæssige forhold, men uanset årsag, synes det vanskeligt at skønne over den korrekte pris.

En nærliggende mulighed er selvfølgelig blot at bruge den kommunale takst - i det omfang den afspejler et ressourceforbrug i form af arbejdskraft, maskiner, m.v. - som den samfundsøkonomiske pris.

Deponeringspris

Energistyrelsen angiver (Baggrundsrapport nr. 6 til ENERGI 2000) de samfundsøkonomiske priser for affaldsdeponering til -22 kr./GJ på konventionelle lossepladser.

I samme kilde angives brændværdien til 8 GJ/t, hvilket giver en deponeringspris på 176 kr./t. Den angivne pris er i 1988-kroner, hvorfor en 1991-pris vil blive ca. 200 kr./t, svarende til den før anførte kommunale takst, som forekommer at være et noget lavt skøn for den samfundsøkonomiske omkostning.

Forbrændingspris som alternativ

En anden mulighed er at tage udgangspunkt i forbrændingsprisen på affald. Efter korrektion for indtægter ved varmesalg koster det ca. 350 kr./t (beløb excl. statsafgift på 130 kr./t) at afbrænde egnet affald, herunder dagrenovation.

Under forudsætning af, at det i givet fald kunne lade sig gøre at transportere det affald, der i dag deponeres, til forbrændingsanlæg, er der hermed et alternativ - og dermed også en pris. Det kræver sandsynligvis længere transport, foruden andre forhold, der kan spille ind i omkostningerne ved denne bortskaffelsesmåde, hvorfor den samlede omkostning vil kunne være højere end det anførte beløb.

Endelig kræves også, at de 350 kr./t udtrykker det reelle ressourceforbrug (d.v.s. den samfundsøkonomiske omkostning) på forbrændingsanlæggene ved behandling af affaldet. Herunder også, at varmesalget er indregnet med en pris, der svarer til energi/varmepreiser, når der regnes excl. energifgifter.

Max. deponeringspris

Antages disse sidste forudsætninger at gælde, kan den samfundsøkonomiske pris sættes til 350 kr./t. Det vil i så fald være det højeste beløb, man skulle ofre på lossepladsindretning/deponering, hvis man altså antager, der altid vil kunne ske forbrænding til det anførte omkostningsniveau.

At der indgår mælkekartoner med en positiv brændværdi i affaldet er uden betydning, da prisen er sat ud fra den nuværende type dagrenovation, hvor kartonerne jo indgår (med 1,5%).

Marginalomkostninger

Strengt taget skal også forudsættes, at beløbet på 350 kr./t svarer til marginalomkostningen ved affaldsforbrænding, da kartonerne hele tiden antages marginale i bortskaffelsessystemet. Beløbet siger desværre intet om de faktiske omkostninger for samfundet, men på den anden side er det ikke ekstremt afvigende fra de tidligere anførte 200 kr./t, hvorfor skønnet måske ikke er så galt endda.

Endelig skal der gøres opmærksom på, at hvis (deponerings-)affaldet rent faktisk skulle blive sendt til forbrænding, vil situationen for specielt kartonerne ændre sig, da de har en positiv brændværdi, og derfor skal indregnes med en tilsvarende gevinst i kalkulerne.

<i>Deponeringsomkostninger</i>	På denne baggrund sættes omkostningen for de 0,3 t kartoner til 105 kr.
<i>Forbrænding</i>	Forbrændingsdelen udgør 0,7 t. De repræsenterer en positiv brændværdi, som prissættes på følgende måde.
<i>Mindre varmeproduktion på forbrændingsanlæg</i>	I det omfang kartonerne ikke optræder i dagrenovationen, antages, at der heller ikke tilsættes alternativt brændsel på forbrændingsanlæggene, da der iflg. Reno-Sam (Jacobsen, pers. komm., feb. 1992) ikke findes relevante alternativer. Det vil medføre mindre varmeproduktion og dermed et indtægtstab for forbrændingsanlæggene. Samfundsøkonomisk vurderes omkostningen til den ekstra brændselsudgift, der vil opstå i fjernvarmeværkerne, når den tabte fjernvarmeproduktion skal erstattes.
<i>Kraftvarme</i>	En væsentlig del af forbrændingsanlæggene ligger eller vil komme til at ligge i områder med kraftvarmeanlæg, hvor der er relativt lave fjernvarmepriser, da der produceres på store anlæg og med et relativt billigt brændsel (95 % kul og 5 % olie). Andre steder vil den ekstra fjernvarmeproduktion skulle ske på fuelolie, naturgas, halm, træflis og lign. I de sidste tilfælde er varmeprisen højere end i kraftvarmeområderne. For at vurdere prisen, udregnes brændselsudgifterne for ekstra varmeproduktion på henholdsvis kul og fuelolie.
<i>Kul- og oliepriser</i>	Kulprisen excl. afgifter er 300 kr./t og brændværdien er 25,2 GJ/t (Forsyningskatalog 88, afs. 1202). Under antagelse af en virkningsgrad på 0,80 i kraftværkernes varmeproduktion bliver marginalomkostningen dermed 15 kr./GJ ab værk. For fueloliebaseret varme, d.v.s. uden for kraftvarmeværkerne, bliver prisen derimod 34 kr./GJ ab værk, da fuelolie koster ca. 1.100 kr./t og har en brændværdi på 40,6 GJ/t.
<i>Samlet produktion</i>	De udregnede priser er rene marginalomkostninger, hvor kun ekstra brændsel indgår. Det vil være rimeligt med kun disse omkostninger her, da den fjernvarmeproduktion, der foregår på kartonerne, er marginal i forhold til den samlede produktion. Brændværdien for 1 % af alle kartoner (d.v.s. 142,5 t) er 2741 GJ, svarende til 19,24 GJ/t. Med en forbrændingsandel på 70 % af husholdningsaffaldet er bruttoenergiindholdet ca. 192 TJ, og da virkningsgraden er 0,75 på forbrændingsanlæggene, svarer det til en samlet produktion ab værk på 144 TJ.

Disse værdier svarer til omkring 2 % af den samlede fjernvarme-
produktion, som var på 88 PJ i 1990 (bruttoenergiforbrug iflg.
Statusnotat 1991, Energistyrelsen). Så uanset niveauet for kartonan-
vendelse vil påvirkningen af fjernvarmesektoren med hensyn til
ekstra produktion være marginal.

Prisniveauet af værk vil altså ligge mellem 15 og 34 kr./GJ, af-
hængig af fordelingen mellem de to brændsler, kul og fuelolie. Med
kartonernes brændværdi på 19,24 GJ/t og 0,75 som virkningsgrad
vil det (samfundsøkonomisk) koste mellem 216 kr. og 490 kr. i
ekstra brændsel til fjernvarmesektoren at erstatte 1 ton kartoner.

Varmepris

Den væsentligste del af fjernvarmeproduktionen sker i dag på kul,
naturgas eller affald, og hvis der forudsættes, at forbrændingsan-
læggene vil blive koncentreret omkring de større byområder - hvor
der typisk også er kraftvarme - er det rimeligt at vælge en gennem-
snitspris i den nedre del af det mulige prisinterval, her 216-490 kr./t
karton.

I det følgende antages derfor en pris på 300 kr./t. Der skal gøres
opmærksom på, at det er en meget lav pris, som baserer sig på
nogle lave, reale energipriser, som ikke nødvendigvis vil holde i
fremtiden. Med højere energipriser øges kartonernes værdi som
brændsel, hvorfor der i beregningerne her ligger en undervurdering
af økonomien i den eksisterende bortskaffelsesmetode, hvis de an-
vendte energipriser ikke er repræsentative for fremtiden.

For 0,7 t karton betyder det en sparet brændselsudgift på 210 kr.,
når kartonerne optræder i dagrenovationen, hvorfor dette beløb
indføres på 'benefit'-siden i Tabel 6.1.

	C	B
1. Husholdningsbehandling	T	
2. Indsamling	2	
3. Sortering, opbalning	-	
4. Anvendelse - deponering (30 %) - forbrænding (70 %)	105	210
I alt	T + 107	210
I alt, netto-B		- T + 103

Tabel 6.1
*Samfundsøkonomien i traditionel bortskaffelse af kartoner
(kr. pr. ton).*

Konklusion

Hvis der kan ses bort fra husholdningernes besvær med kartonhåndteringen (T), bliver der en nettofordel af det viste omfang for hver ton, og som udelukkende skyldes, at hovedparten af kartonerne ender deres dage som brændsel. Dermed er det også afgørende, hvis genanvendelsessystemer iværksættes, hvordan fordelingen mellem deponering/forbrænding er i det affald, der rent faktisk indsamles, da der næppe bliver en 100% indsamling eller genanvendelse.

Husholdningsomkostninger

Da antallet af kartoner er 35.088 i beregningerne her (1 t), skal man på den anden side blot indregne 1 øre/karton i husholdningernes omkostninger (pkt. 1) for at fjerne nettofordelen.

6.3. Husstandsindsamling med andre fibermaterialer

Fiberindsamlingssystem

Her forudsættes en ordning for indsamling af fibermaterialer (d.v.s. aviser o. lign.) allerede at eksistere, og kartonerne vil derfor kunne indsamles sammen med disse.

Det betyder, så længe kartonerne er marginale i systemet, at der kan ses bort fra de fleste anlægs- og driftsomkostninger i indsamlingssystemet, da de ikke tilregnes kartonernes tilstedeværelse.

Det bedrer selvfølgelig økonomien i kartonindsamlingen, men selvom der f.eks. skulle vise sig en positiv drifts- og samfundsøkonomi i karton-delen af systemet, er det ikke et bevis for, at hele fiberindsamlingssystemet er rentabelt.

Men er der god økonomi i kartonindsamlingen, kan gevinsten herfra opfattes som et positivt (dæknings-)bidrag til hele systemet.

Med denne forudsætning vurderes først, opdelt i punkterne 1.-3., hvilke omkostninger kartonerne foranlediger i fiberindsamlingssystemet, hvor der igen regnes for en kartonmængde på 1 t.

6.3.1. Husholdningsbehandling

Kartonandel

Den gennemsnitlige mængde kartoner pr. husstand pr. år er 6,5 kg, og med 125 kg tørt affald fra samme husstand vil kartonerne højst kunne udgøre 5% af det indsamlede materiale.

Kartonerne er derfor marginale og vil ikke virke radikalt omfordelende mellem de kanaler/måder, husholdningerne skaffer sig af med affaldet på.

Vandforbrug

Kartonerne skylles med koldt vand, hvilket antages at give et vandforbrug på 8.772 liter, når der regnes med 0,25 l/karton og 35.088 kartoner.

De samfundsøkonomiske omkostninger herved er igen svære at fastlægge, men der anlægges følgende betragtninger.

Enkelte steder i landet (typisk tyndtbefolkede landdistrikter) er vand en rigelig ressource, hvor det f.eks. ikke engang er nødvendigt/-rationelt at opsætte vandmålere i boligerne.

Det modsatte gælder derimod omkring byområderne, hvor rent vand bliver en mere og mere knap ressource. Det afspejler sig delvist i vandpriserne, som typisk er højest i storbyerne.

Da der i beregningerne må anvendes en gennemsnitlig pris, er valgt prisen i Århus Kommune, som er billigere end hovedstadsområdet, men dyrere end landdistrikterne - og derfor måske giver et rimeligt gennemsnitsskøn.

Vandpriser

De variable forbrugsbetalinger for husholdninger er 2,60 kr./m³ vand og 9,13 kr./m³ i vandafledningsafgift, begge beløb excl. moms (oplysninger iflg. Århus Kommunale Værker, Forbrugskontoret).

Beløbene antages herefter at repræsentere de samfundsøkonomiske (marginal-)omkostninger ved at frem- og bortskaffe vand, da udgangspunktet i de kommunale tariffer er, at de skal dække omkostningerne ved vandproduktionen. Der antages derfor en pris på 12 kr./m³ vand i alle følgende beregninger, hvori vandforbrug indgår.

Omkostningen for 1 t kartoner er dermed 105 kr.

Foruden dette vandforbrug, er der for husholdningerne måske lidt ekstra tidsforbrug omkring skylningen, men ellers skal kartonerne nu blot placeres i fiberindsamlingskassetten i stedet for affaldssæk el.lign.

Hvis det ekstra tidsforbrug kan ignoreres, sættes husholdningernes håndteringsomkostninger til det samme som ved det nuværende arrangement ('T' - se den følgende Tabel 6.2).

6.3.2. Indsamling

Kartonerne skal indsamles og transporteres - sammen med de øvrige fibermaterialer - fra boligerne og frem til sorterings- og opbavningsstedet. Da det er forudsat, at kartonerne er marginale i systemet, ses der bort fra omkostninger på nær brændstofforbruget foranlediget af den større vægt i fibermaterialerne.

Antal sorteringsanlæg

For at finde disse omkostninger må den gennemsnitlige transportafstand til sorteringsanlæggene findes. Den samlede kartonmængde i Danmark er på 14.250 t og vil maksimalt udgøre 5 % af de tørre materialer, der skal sorteres.

Et sorteringsanlæg har en kapacitet på 16.000 t/år, hvilket betyder, at omkring 18 anlæg vil være i stand til at behandle hele den tørre materiemængde, som i alt udgør 280-290.000 t.

Da der næppe bliver en landsdækkende indsamling, vil behovet være mindre end 18 anlæg, hvorfor der forudsættes 12 sorteringsanlæg, svarende til, at ca. 2/3 af alle fibermaterialer indsamles.

Antallet er ikke kritisk i analysen af kartonerne, da det kun får betydning vedrørende transportafstand, som udgør en mindre omkostning, jf. punkt 2 i Tabel 6.2. (Det er imidlertid ikke sikkert, at antal sorteringsanlæg bliver afpasset helt nøjagtigt efter den indsamlede mængde. Det vil f.eks. kunne betyde store transportafstande, hvis der viser sig lave indsamlingsprocenter. For en given indsamlingsprocent må der optimeres angående antal sorteringsanlæg, hvor der på den ene side tages hensyn til anlægsomkostninger og på den anden side transportafstande).

Energiforbrug og omkostning

Med 12 anlæg i hele landet skønnes den gennemsnitlige afstand til (max.) 50 km, når der tages hensyn til, at anlæggene placeres relativt tæt på de større byområder, så en væsentlig del af materialet får kort transportafstand.

Transport af 1 t kartoner vil indebære et ekstra dieselforbrug på 21,8 MJ pr. 10 km., jf. afs. 4.3.2., hvorfor forbruget her bliver 109 MJ, og omkostningen bliver dermed på 10 kr.

Sorteringsanlæggenes kapacitet

Hvis der bliver tale om 80% genanvendelse, er kapaciteten med 12 anlæg selvfølgelig for lille, hvorfor der skal flere anlæg til. Det nedsætter transportafstanden til disse, og dermed de tilhørende omkostninger. Da alle anlæg antages udnyttet fuldt ud - uanset hvor mange, der er - vil sorteringsomkostninger, f.eks. pr. ton, være upåvirkede af antallet.

Den eneste betydning antallet af anlæg har på beregningerne, er dermed transportomkostningerne, og da de er næsten uden betydning i den samlede økonomi, anvendes den førnævnte afstand på 50 km, uanset genanvendelsesniveauet og antal anlæg.

Kartonerne er marginale i indsamlingen, og vil ikke være udslagsgivende omkring fastlæggelsen af antal sorteringsanlæg.

Sorteringsomkostninger

6.3.3. Sortering, opbalning

I forlængelse af det foregående punkt antages sorteringsanlæggene altså at eksistere uafhængigt af kartonernes tilstedeværelse. Der skal ske en separat frasortering af kartonerne (mekanisk eller manuelt), som vil have en vis indflydelse på indretning og drift af sorteringsanlægget, hvorfor de selvfølgelig vil udløse nogle omkostninger.

Det vil givetvis være svært at fastlægge de helt præcise (marginal)omkostninger, før bl.a. anlæggets endelige indretning kendes, men i overensstemmelse med det virksomhedsøkonomiske afsnit antages, at kartonerne ikke udløser anlægsomkostninger. Der er således kun (variable) driftsomkostninger forbundet med kartonsorteringen.

Arbejdskraft

Arbejdskraftomkostningen til sortering og opbalning er 75 kr./t (jf. virksomhedsøkonomien). Hertil kommer andre variable driftsomkostninger vedrørende selve kartonopbalningen på 25 kr./t til el, tråd, vedligeholdelse.

Sorteringsomkostninger er her udregnet på grundlag af de mængder, der passerer anlæggene. Kartonerne vejer ikke meget i forhold til deres volumen, og hvis det i et vist omfang er den sidste størrelse, der beslaglægger kapacitet/tid på sorteringsbåndene, vil de anførte beløb være en undervurdering af de faktiske omkostninger - arbejdskraftomkostninger opgøres jo netop pr. tidsenhed, og hvis kartonerne beslaglægger uforholdsmæssig megen sorteringstid, virker det selvfølgelig i retning af højere sorteringsomkostninger pr. ton.

Rengøring

Kartonerne medfører også ekstra rengøring på sorteringsanlæggene. Omkostningerne er 1/3 mand á 200.000 kr./år på hvert anlæg. Den tilhørende vandomkostning er ubetydelig, nemlig 1 m³ vand pr. uge pr. sorteringsanlæg, hvilket giver et forbrug på 50 m³ årligt, svarende til 600 kr.

Rengøringsudgiften er dermed 67.267 kr. årligt pr. anlæg, og uafhængig af den behandlede kartonmængde, hvorfor omkostningen pr. ton karton bliver afhængig af genanvendelsesniveauet.

Indsamlede mængder

Hvis man antager, at den tørre affaldsmængde, der indsamles, er 125 kg pr. husstand årligt, og den mulige kartonmængde er 6,5 kg, udgør kartonerne henholdsvis 2, 3 og 4% af hele det indsamlede materiale for genanvendelsesprocenterne 40, 60 og 80. Når hvert anlæg behandler 16.000 t, er de til indsamlingsprocenterne hørende kartonmængder 320 t, 480 t og 640 t.

Rengøringsomkostninger for sortering/opbalning bliver pr. t og i samme rækkefølge 210 kr., 140 kr. og 105 kr.

Beregningspris for arbejdskraft

Endelig skal gøres opmærksom på, at her er de virksomhedsøkonomiske priser anvendt direkte, d.v.s. som udtryk for også de samfundsøkonomiske omkostninger.

Som det er fremgået, er en stor del af omkostningerne lønninger, hvor man ikke nødvendigvis skal anvende de gældende lønsatser som samfundsøkonomiske omkostninger eller beregningspriser.

Når der er ledige ressourcer, d.v.s. arbejdsløshed her, kan beregningspriserne sættes under de virksomhedsøkonomiske lønomkostninger (som ydertilfælde sættes de til nul). Det forudsætter, at der er tale om en nettofremgang i beskæftigelsen for samfundet som helhed, d.v.s. arbejdskraften må ikke blot blive trukket bort fra anden anvendelse.

Det vil næppe heller gælde i disse genanvendelsessystemer, hvor arbejdsopgaverne typisk vil tilfalde ufaglærte, som netop har en af de største arbejdsløshedsprocenter. Aktivitetsfremgangen må heller ikke blive neutraliseret gennem økonomisk-politiske indgreb af hensyn til den overordnede, samfundsøkonomiske balance.

Det sidste kunne tænkes at blive tilfældet, hvis f.eks. indsamlingssystemet indgår som en del af den offentlige sektor, og der politisk er fastsat en øverste grænse for størrelsen af denne - så vil en aktivitetsfremgang ét sted blot betyde indskrænkninger andre steder i systemet.

*Gældende lønsatser
anvendes*

Der afstås her fra (beregningsmæssige) forsøg på at opstille mere korrekte beregningspriser for arbejdskraft - i stedet for de gældende lønsatser - da der vil være en vis usikkerhed vedrørende genanvendelsessystemernes nettovirkninger på den samlede ressourceanvendelse, og man normalt skal omgås den slags beregninger meget varsomt.

Indsamlingssystemerne skal i princippet gælde alle fremtidige perioder, og hvis arbejdsløsheden f.eks. aftager væsentligt i løbet af en kortere årrække, vil sådanne korrigerede lønomkostninger (eller andre faktorpriser) være meget uheldige, da den opstillede økonomi dermed ikke giver et repræsentativt billede af også fremtiden.

	C
1. Husholdningsbehandling - tidsforbrug - vandforbrug	T 105
2. Indsamling	10
3. Sortering, opbalning. Sortering: - driftsomk.	75
Opbalning: - driftomk.	25
- rengøring: - v. 40 %	210
- v. 60 %	140
- v. 80 %	105
I alt - v. 40 %	T + 425
- v. 60 %	T + 355
- v. 80 %	T + 320

Tabel 6.2.

Samfundsøkonomiske omkostninger ved indsamling med andre fibermaterialer (kr. pr. ton).

Konklusion

Indsamlingsomkostningerne her, 320-425 kr./t, kan sammenstilles med resultatet i den traditionelle bortskaffelsesmetode, hvor resultatet var *positive* nettobenefits på 103 kr./t. Hvis indsamling med fibermaterialer skal være samfundsøkonomisk rentabel, kræves dermed en nettoindtjening fra afsætningen (d.v.s. salg til genanvendelsesformål) på 528 kr./t ved 40 % genanvendelse, faldende til 423 kr./t ved 80 % genanvendelse.

Kritisk eksportpris

Afsættes kartonerne til Sverige (Fiskeby AB) eller Tyskland (Strepp) er transportomkostningen 220 kr./t. Dette indebærer, at salgsprisen for kartoner mindst skal være på 750 kr./t ved 40 % genanvendelse. Selv ved en betydelig højere genanvendelsesprocent mindskes dette krav til eksportprisen ikke væsentligt, hvorfor der ved den aktuelle lave pris på brugte kartoner ikke er samfundsøkonomisk rentabilitet i indsamlingssystemet, uanset genanvendelsesniveau.

6.4. Husstandsindsamlinger sammen med flasker

Flaskeindsamlingssystem

Som i det foregående afsnit forudsættes et indsamlingssystem at eksistere, denne gang blot med udgangspunkt i flasker, og kartonerne er derefter marginale i denne sammenhæng. På nær enkelte forhold vil dette system være identisk med det foregående.

Skylning

6.4.1. Husholdningsbehandling

Såfremt kartonerne kan være i kassetten til flasker, vil der være omkostningsforhold som under afsnit 6.3.1. - d.v.s. håndtering 'T' og 105 kr. til skylning.

Transportomkostning

6.4.2. Indsamling

Da der kun antages ca. 6 sorteringsanlæg i landet, anslås den gennemsnitlige transportafstand til (max.) 100 km, jf. det foregående afsnit 6.3.2, hvilket giver en brændstofomkostning på 20 kr. for 1 t kartoner.

Speciel sortering

6.4.3. Sortering, opbalning

Denne gang forårsager kartonerne specielle sorteringsmaskiner, hvilket indebærer både anlægs- og driftsomkostninger. For et givet antal sorteringsanlæg med tilhørende givne, faste omkostninger vil det nu være afgørende for omkostningerne pr. ton karton, hvor stor en del af kartonerne der indsamles. Hvorfor der i det følgende opstilles beregninger for hhv. 40, 60 og 80 % genanvendelse.

Investering

Investeringen pr. anlæg er 1 mill. kr., og drifts- og vedligeholdelsesomkostningen sættes til 5 % heraf, d.v.s. 50.000 kr. årligt. Afskrivningsperioden er 7 år. Den samfundsmæssige kalkulationsrente vælges til 7 % (realt) i overensstemmelse med det anvendte niveau i mange officielle projektvurderinger og i overensstemmelse med Budgetdepartementets anbefalinger (Vejledning i samfundsøkonomisk projektvurdering, Finansministeriet 1990, samt Budgetredøgørelse 1986).

Denne kalkulationsrente er lidt lavere end den anvendte virksomhedsøkonomiske og betyder tilsvarende lavere omkostninger angående disse investeringer. De årlige anlægs- og driftsomkostninger pr. anlæg kan herefter opgøres til ca. 236.000 kr.

Sorteringsomkostninger

I alt er kartonmængden 14.250 t, og forudsættes der 6 sorteringsanlæg, behandles der 950 t, 1.425 t og 1.900 t på hvert anlæg ved genanvendelsesprocenterne 40, 60 og 80. Omkostningerne pr. t karton bliver dermed - i samme rækkefølge - 248 kr., 166 kr. og 124 kr. (Endvidere er forudsat tilstrækkelig sorteringskapacitet, også ved høje indsamlingsprocenter for kartoner).

Transport og opbalning

De resterende omkostninger består af transport til opbalning, i alt 50 kr./t, og selve opbalningen til 230 kr./t. Igen er forudsat, at de virksomhedsøkonomiske omkostninger rimeligt afspejler de samfundsøkonomiske omkostninger. De samlede beløb fremgår af Tabel 6.3.

	C
1. Husholdningsbehandling	
- tidsforbrug	T
- vandforbrug	105
2. Indsamling	20
3. Sortering, opbalning.	
Sortering:	
- v. 40 %	248
- v. 60 %	166
- v. 80 %	124
Mellemtransport	50
Opbalning	230
I alt	
- v. 40 %	T + 653
- v. 60 %	T + 571
- v. 80 %	T + 529

Tabel 6.3

Samfundsøkonomiske omkostninger ved indsamling med flasker (kr. pr. ton)

Konklusion

Heraf fremgår, at samfundsøkonomien ved 40% genanvendelse først bliver positiv med en eksportpris på ca. 975 kr./t, når sammenligningsalternativet er traditionel bortskaffelse med et positivt resultat på 103 kr./ton (Tabel 6.1), og afsætningen sker til Sverige/-Tyskland, hvortil transportomkostningen er 220 kr./t.

6.5. Husstandsindsamlinger med kildesortering

Sortering i kassetter

Denne indsamlingsmetode vil ikke indebære væsentligt øget besvær for husholdningerne, da de blot skal placere kartonerne i en separat kassette el. lign.

Endvidere spares sorteringsomkostninger, men til gengæld bliver der store indsamlingsomkostninger, da kartonerne skal håndteres selvstændigt.

Omkostninger til opbalning bliver som før.

Indsamlingsomkostninger

De virksomhedsøkonomiske indsamlingsomkostninger på 59 kr. årligt pr. husstand vil næppe afvige meget fra de samfundsøkonomiske omkostninger. Beløbet dækker drifts- og anlægsomkostninger, hvor det bagvedliggende arbejdskraft- og kapitalforbrug skal vurderes i faktorpriser, hvilket mest rimeligt sker med det her anførte omkostningsniveau (59 kr./t), som er excl. moms.

Der kunne endog være tale om negative externaliteter i form af, at endnu en indsamlingskassette betyder, at husholdningernes omhu eller tidsforbrug på de øvrige indsamlingsobjekter/kassetter reduceres.

I det omfang der er sådanne negative effekter, f.eks. på flaskeindsamlingen, skal dette tilregnes kartonindsamlingen her, hvorfor den totale indsamlingsomkostning vil overstige den virksomhedsøkonomiske.

Konklusion vedr. samfundsøkonomien

Selv uden de sidste overvejelser, er de umiddelbare indsamlingsomkostninger så invaliderende for den samlede økonomi, at uanset niveauet for de resterende omkostninger, vil salgsindtægterne kun dække en brøkdel af de samlede omkostninger.

Ved genanvendelsesprocenter mellem 40 og 80 - jf. det virksomhedsøkonomiske afsnit 5.5 - ligger indsamlingsomkostningerne mellem ca. 22.000 kr./t og 11.000 kr./t.

Med dette omkostningsniveau siger det sig selv, at det både samfundsøkonomisk og virksomhedsøkonomisk (d.v.s. kommunaløkonomisk her) vil være ekstremt urentabelt at igangsætte en sådan aktivitet, da kartonernes afsætningspris aldrig vil kunne komme op på dette niveau.

Tabet bliver over 1 mill. kr. pr. enhed (142,5 t), selv ved en genanvendelse på 80%, og dette system er dermed uinteressant, vurderet ud fra en samfundsøkonomisk synsvinkel.

6.6. Containerindsamlinger

Containertæthed

Der opstilles 1 container pr. 500 husstande, d.v.s. i yderste konsekvens med dækning af hele landet er der brug for 4400 containere. I dette system vil genanvendelsesprocenten være en afgørende parameter, hvorfor der som før regnes igennem for niveauerne 40, 60 og 80%.

Vandomkostning

6.6.1. Husholdningsbehandling

Som i de to foregående projekter er der vandomkostningen vedrørende skylning af kartonerne, i alt 105 kr. for 1 t.

Håndteringsomkostning

Husholdningernes øvrige håndtering bliver nu mere omfattende, idet kartonerne skal bringes til containerne, f.eks. ved butikscentre. Det er svært at værdisætte dette 'ubehag', men det må være klart større end i de tidligere alternativer. Som fremgangsmåde vælges først at afklare de øvrige omkostninger, for at vurdere, om denne indsamlingsmetode overhovedet vil kunne vise sig konkurrencedygtig. Hvis det sidste ikke er tilfældet, er der selvfølgelig intet behov for en yderligere afklaring af punktet her. Derfor indføjes håndteringsomkostninger blot med T^* - og $T^* > T$ - i Tabel 6.4, som opsummerer alle omkostninger.

6.6.2. Indsamling

Her vil være en række omkostningselementer, som igen udregnes for 1 t kartoner ved de tre indsamlingsprocenter 40, 60 og 80.

Containeromkostning

Med en containeropstilling svarende til én container pr. 500 husstande er den maksimalt indsamlede kartonmængde 3,25 t årligt pr. container. Ved de anførte genanvendelsesprocenter er mængderne 1,3 t, 1,95 t og 2,6 t.

Hver container koster 2.000 kr., levetiden er 7 år og kalkulationsrenten 7% som tidligere. Dermed bliver anlægsomkostningen pr. container 371,10 kr. årligt. Med de givne indsamlingsmængder udregnes årlige anlægsomkostninger pr. t karton til henholdsvis 285 kr., 190 kr. og 143 kr.

Tømningsomkostninger

Tømning med ophalervogn. Omkostningerne pr. containertømning udregnes som under virksomhedsøkonomien, blot anvendes den lavere kalkulationsrente på 7% (-ophalervogn 800.000 kr., drift 300.000 kr. årligt).

Den årlige omkostning bliver 448.440 kr., og med en kapacitet på 250 arbejdsdage á 30 containere dagligt bliver det 59,80 kr. pr. containertømning. Med tømning hver 14. dag bliver det til 1.555 kr. årligt pr. container. Når de respektive mængder er som netop angivet, kan også udregnes omkostninger pr. t: 1.196 kr., 797 kr. og 598 kr.

Det antages, at der sker aflæsning på opbaltungsstedet.

Omkostninger til vask

Vask, hjemtagning med ladvogn. Forudsætninger m.v. som under virksomhedsøkonomien, og igen 7% kalkulationsrente (- ladvogn 300.000 kr., drift 250.000 kr. årligt). Årlig omkostning bliver 305.665 kr., og med samme kapacitet som ophalervognen bliver det 40,75 kr. for hjemtagning af en container.

Den overskudskapacitet, ophaler- og ladvogne måtte have, forudsættes at have alternativ anvendelse, så der kun indregnes omkostninger for den tid, der faktisk indgår i containerhåndteringen. Endvidere ignoreres behovet for ekstracontainere vedrørende hjemtagningsrytmen, da det er uden betydning i den samlede økonomi.

Når containerne skal hjemtages 4 gange årligt á 40,75 kr., plus vask til 25 kr. pr. gang, er denne omkostning i alt 263 kr. pr. container pr. år. Som før kendes de indsamlede mængder, og der regnes igen pr. t, hvorved omkostningerne bliver: 202 kr., 135 kr. og 101 kr.

6.6.3. Sortering, opbalning

Opbalning

Ingen sorteringsomkostninger, men opbalning som under indsamling sammen med flasker til 230 kr./t.

	C
1. Husholdningsbehandling	
- tidsforbrug	T*
- vandforbrug	105
2. Indsamling	
Containeropst.	
- v. 40 %	285
- v. 60 %	190
- v. 80 %	143
Tømning	
- v. 40 %	1.196
- v. 60 %	797
- v. 80 %	598
Hjemtag., vask	
- v. 40 %	202
- v. 60 %	135
- v. 80 %	101
3. Sortering, opbalning.	
Opbalning:	230
I alt	
- v. 40 %	T* + 2.018
- v. 60 %	T* + 1.457
- v. 80 %	T* + 1.177

Tabel 6.4

Samfundsøkonomiske omkostninger ved containerbaseret indsamling (kr. pr. ton).

Konklusion

Det ses tydeligt, at systemet på ingen måde kan forsvares samfundsøkonomisk - uanset, om der sammenlignes med den traditionelle bortskaffelse eller genanvendelse (indsamling med fibermaterialer eller flasker).

I de sidstnævnte genanvendelsessystemer er omkostningsniveauet væsentligt under det i Tabel 6.4. gældende, hvorfor den containerbaserede indsamlingsmetode ikke er konkurrencedygtig. Ved 40% genanvendelse skal afsætningsprisen være ca. 2.350 kr./t karton for at sikre rentabilitet, når der sammenlignes med traditionel bortskaffelse (og transport igen på 220 kr./t), hvilket forekommer at være et uopnåeligt højt prisniveau.

Fastlæggelse af niveauet for T* er dermed ikke nødvendig, men da 1 t svarer til 35.088 kartoner, vil bare en ekstraomkostning for husholdningerne på 5 øre/karton øge underskuddet med 1.755 kr.

6.7. Pantsystem

Modtagesteder

Dette indsamlingssystem ligner det foregående meget, blot skal kartonerne afleveres ved modtagesteder i butikker i stedet for containere uden for disse. Der indføres pant, som samfundsøkonomisk vurderes på følgende måde.

Private pantbetalinger

Pant på kartoner vil medføre nogle (ekstra) finansielle strømme i systemet, når der betales en højere pris for mælken, og der efterfølgende modtages betaling for de tomme kartoner. Det giver et privatøkonomisk incitament til at ændre adfærd m.h.t. kortonbortskaffelsen, så genanvendelsesprocenten vil sikkert stige i forhold til f.eks. det containerbaserede system. Der ændres imidlertid ikke så meget omkring de samfundsøkonomiske forhold, for uanset hvem der kommer til at afholde indsamlingsomkostninger m.v., vil der være et ressourceforbrug i denne forbindelse, man ikke kan fjerne eller reducere ved at om dirigere nogle private pengestrømme.

Fordelingsmæssige forhold

Når der udbetales pant til forbrugerne, er det jo de samme forbrugere, der over mælkeprisen har indbetalt denne, og f.eks. ikke-udbetalt pant kan man ikke anføre som samfundsøkonomiske 'benefits'. Problemstillingen minder i mange henseender om skatter og afgifter, hvor der også i hele den foregående analyse er regnet i priser excl. afgifter, da dette formodes at afspejle det samfunds-mæssige ressourceforbrug. Privatøkonomisk kan man godt opfatte pant som en indtægt, ligesom f.eks. en skattelettelse vil øge den disponible indkomst, men det skal holdes uden for analysen her. Pantarrangementet vedrører derfor - ud over generelt at øge indsamlingsprocenten - primært det fordelingsmæssige spørgsmål om, hvem der skal betale for indsamlingen.

6.7.1. Økonomien

Omkostningselementer

Punkterne 1 og 3 kan overtages direkte fra Tabel 6.4. Øvrige omkostninger er butikkernes modtagelse og håndtering af kartonerne, samt transport fra butik til opbalningssted. Administration af pantsystemet er også et samfundsøkonomisk ressourceforbrug (omkostning). Endelig vil der formodentligt også være et negativt bidrag fra det forhold, at ikke alle nuværende salgssteder/butikker vil blive i stand til at modtage kartoner.

Konklusion vedr. samfundsøkonomien

Butikkerne modtager en godtgørelse på 15 øre/karton, hvortil kommer 9 øre/karton til indsamling/opbalning og administration, og hvis disse beløb - eller bare dele heraf - udtrykker systemets omkostninger eller ressourceforbrug, vil der være et enormt samfundsøkonomisk underskud.

De anførte omkostninger, i alt ca. 25 øre/karton, svarer til en udgift på ca. 8.800 kr. pr. t, og dette niveau er mange gange højere, end hvad man i bedste fald kan forvente angående kartonernes afsætningspris. Endvidere vil f.eks. indsamling sammen med fibermaterialer og/eller flasker selvfølgelig være et bedre alternativ, givet der kan opnås en tilstrækkelig afsætningspris.

Dermed kan fastslås uden flere beregninger, at dette indsamlingssystem har en så ringe samfundsøkonomi, at det er uinteressant i forhold til de andre muligheder.

6.8. Samfundsøkonomien - konklusion

Samfundsøkonomisk

Kun hvis afsætningsprisen bliver tilstrækkelig høj (f.eks. 750 kr./t som i afsnit 6.3), og kartonerne er marginale i et eksisterende indsamlingssystem, sikres den samfundsøkonomiske rentabilitet, d.v.s. kartonerne skal i givet fald indsamles sammen med fiber-materialer eller flasker.

Men den samlede kartonmængde på 14.250 ton pr. år vil ved en salgspris på nævnte 750 kr./t kun give en eksportindtægt på 10,5 mio. kr., og det vil være begrænset, hvad man kan opretholde af indsamlingssystemer for det beløb.

Valuta og beskæftigelse

Genanvendelsessystemerne vil sikkert være (netto) arbejdspladsskabende, idet der bliver en del håndtering og transport af kartoner. Endelig skal også de miljømæssige effekter, som behandles andetsteds i rapporten, inddrages i den endelige vurdering.

Forbrænding og deponering

Endelig er alle beregninger baseret på fordelingen 70%-30% mellem forbrænding og deponering for dagrenovationen. Ved en 100% forbrænding vil økonomien i den traditionelle bortskaffelsesmetode forbedres, og netto-benefits bliver ca. 300 kr./t (jf. Tabel 6.1).

Herved skærpes kravet til afsætningsprisens størrelse, hvis indsamlingssystemerne med sigte på genanvendelse skal være rentable.

Med de afsætningspriser, der er oplyst for Sverige og USA, jf. afsnit 5.8, er indsamling af kartoner med fibermaterialer og/eller flasker rentable, hvorimod et prisniveau, der ligner det tyske (jf. afsnit 5.8), fuldstændig udelukker ethvert genanvendelsessystem.

Samlet økonomi

I den følgende Tabel 6.5 er økonomien i de enkelte indsamlingssystemer sammenstillet, hvor husstandsindsamlinger med kildesortering og pantsystemet er udeladt, da samfundsøkonomien i disse er ekstremt dårlig. Det samme kan med en vis modifikation siges at gælde for den containerbaserede indsamling, men tallene er alligevel medtaget i tabellen.

Der er taget udgangspunkt i en enhed, d.v.s. 142,5 t, og resultaterne er vist for varierende genanvendelsesprocenter. For en given genanvendelsesprocent opdeles de 142,5 t i to dele, hvor den ikke-genanvendte del vil have en økonomi, som angivet i Tabel 6.1 (d.v.s. traditionel bortskaffelse), og for de resterende tons vil økonomien være som vist under de respektive indsamlingssystemer. (Tabel 6.2-6.4).

Da der i alle tilfældene indgår håndteringsomkostninger i husholdningerne, før angivet som 'T', er dette element for overskuelighedens skyld udeladt i tabellen her.

Følgende Tabel 6.5 viser netto-benefits for traditionel bortskaffelse og for de udvalgte genanvendelsessystemer, for én karton-enhed under de givne forudsætninger. Ved genanvendelse har andelen, der bortskaffes på traditionel vis, positive netto-benefits (Tabel 6.1), men den resterende, genanvendte andels indsamlingsomkostninger m.v. mere end opvejer disse, hvilket også medfører stigende (negative) beløb ved højere genanvendelsesprocent.

Traditionel bortskaffelse kr.	+ 14.678				
Genanvendelse	40%	50%	60%	70%	80%
- tons	57,0	71,25	85,5	99,75	114,0
Traditionel bortskaffelse - tons	85,5	71,25	57,0	42,75	28,5
Indsamling med fibermaterialer, kr.	-15.419	-19.950	-24.482	-29.013	-33.545
Indsamling med flasker, kr.	-28.415	-35.696	-42.950	-50.160	-57.371
Container- indsamling, kr.	-106.220	-112.789	-118.703	-125.172	-131.243

Tabel 6.5

Samfundsøkonomiske indsamlingsomkostninger (kr.) ved de forskellige indsamlingsformer og ved forskellige genanvendelsesniveauer, sammenlignet med traditionel bortskaffelse, udregnet for én enhed.

Forudsættes, som tidligere anført, en transportomkostning på 220 kr./t ved eksport af kartoner til Sverige eller Tyskland. Dermed kan den "kritiske" afsætningspris, som netop vil sikre rentabilitet i de enkelte tilfælde, findes.

Sammenligningsgrundlaget er den traditionelle bortskaffelse, hvor netto-benefits bliver 14.678 kr., og skal genanvendelsessystemerne være samfundsøkonomisk rentable, kræves afsætningspriser pr. t karton som vist i Tabel 6.6.

Genan- vendelse	40%	50%	60%	70%	80%
Indsam- ling med fibermate- rialer kr.	748	706	678	658	643
Indsam- ling med flasker kr.	976	927	894	870	852
Container- indsam- ling kr.	2.341	2.009	1.780	1.622	1.500

Tabel 6.6

Nødvendig (mindste) afsætningspris (kr./t karton) for at sikre samfundsøkonomisk rentabilitet, når alternativet er traditionel bortskaffelse, og transportomkostning til oparbejdningssted er 220 kr./t.

7. Miljøvurderinger

7.1. Introduktion

7.1.1. Omfang

Miljøvurderingen omfatter en sammenligning af mælkekartoners livsforløb fra forbruger til de enten deponeres/forbrændes eller oparbejdes med henblik på materialelevenscyklus.

Vurderingerne baseres på en opgørelse af råvare- og energiforbrug samt en vurdering af emissionerne til vand og luft samt affald.

I systemet, som det kendes i dag, vurderes de miljømæssige effekter ved transport som part af almindelig dagrenovation med efterfølgende deponering eller forbrænding.

Ved indsamling og oparbejdning vurderes det system, som er skitseret i afsnit 2.

7.1.2. Grundlag og forudsætninger

Som basis for vurderinger er 1 % af det årlige forbrug af 1-liters kartoner til sød-, let- og skummetmælk - en enhed - svarende til 142,5 ton.

Der er taget udgangspunkt i det eksisterende system, hvor kartonerne bortskaffes med dagrenovation. Etablering, drift og vedligehold af dagrenovationen er således ikke medregnet. Hvor der er et yderligere behov for rengøring, udstyr m.v. eller hvor andre forhold er forskellige, er dette vurderet.

Etablering af flerstrengede indsamlingssystemer er ikke medtaget. Det er i vurderingerne forudsat, at disse eksisterer.

Betydningen af fornyelige ressourcer kontra ikke fornyelige ressourcer er ikke medtaget som et egentligt vurderingselement. Det er dog anført, om de enkelte råmaterialer er fornyelige.

De råvarer og hjælpestoffer, der medgår til indsamling og oparbejdning er medtaget i vurderingerne. Fremstilling af råvarerne er ikke medtaget.

Energimængde og energikilder er anført i det omfang, de kendes. Emissioner fra intern energiproduktion, f.eks. afbrænding af flis, er medtaget i det omfang, det har været muligt. Emissioner fra extern energiproduktion er ikke medtaget.

I projektet er der ikke taget hensyn til, om emissioner og dermed miljøbelastningen forekommer i Danmark eller i udlandet.

Udgangspunkt

Fornyelige og ikke-fornyelige ressourcer

Emissioner

Der er ikke foretaget en samlet opgørelse af kuldioxid-udviklingen ved traditionel bortskaffelse sammenlignet med genanvendelse af kartonerne. I rapporten behandles ikke, om de vurderede systemer er CO₂-neutrale, eller hvorledes indflydelsen er på ozonlag og drivhuseffekt.

7.2. Traditionel bortskaffelse

De miljømæssige forhold ved indsamling med dagrenovation og bortskaffelse ved deponering eller forbrænding er vurderet i Miljøprojekt 168 (Pommer *et al.*, 1991). I det følgende er disse resultater kort refereret.

De kasserede papkartoner bortskaffes med dagrenovationen. Hertil er kun vurderet den transport, der medgår.

Det forudsættes, at 70 % forbrændes, mens 30 % deponeres. I denne sammenhæng er energi og miljøforholdene vurderet.

7.2.1. Energi

Energiforbrug til transport og energiudvikling ved forbrænding er anført i afsnit 3.2.1. Disse størrelser er for en enhed:

Energiforbrug ved transport	3,1 GJ
Energiudnyttelse ved forbrænding med en udnyttelsesgrad på 75 %	1.439 GJ

Energiforbruget ved råvareproduktion, karton- og plastfremstilling er 6.420 GJ. Energiudnyttelsen ved forbrænding udgør 22 % af energiforbruget ved produktion.

7.2.2. Emissioner

Emissionerne fra transporten ved bortskaffelse kan vurderes ud fra at der anvendes dieselolie med 0,2 % svovl som brændstof (Lange, pers. komm., 1990).

	Svovldioxid	Nitrogenoxider	Kuldioxid
1 GJ, diesel, vej	90 gram	516 gram	74 kg
Transport 3,1 GJ	279 gram	1,6 kg	229 kg

Tabel 7.1

Emissioner fra transport af en enhed fra forbruger til bortskaffelse.

Emissionerne fra affaldsforbrænding af papkartoner alene er vanskelige at opgøre.

Blegede kartoner indeholder ca. 0,1% chlor, hvilket svarer til mindre end 1% af chlorindholdet i affaldets brændbare del (Christiansen & Hoffmann, 1990). Indholdet af bly og cadmium i kartoner udgør mindre end 0,1% af indholdet af disse stoffer i affaldets brændbare del.

Dannelse af dioxiner og mængden af disse ved affaldsforbrænding er ikke afklaret.

Ved fuldstændig forbrænding af kartonerne vil der, ud fra kartonens og polyethylenens grundstoffer, dannes kuldioxid. Et teoretisk overslag kan udføres ud fra følgende:

Ved fuldstændig forbrænding af polyethylen (CH_2)_n dannes kuldioxid og vand. Pr. kg polyethylen dannes 3,14 kg kuldioxid.

Karton består af cellulose. Der antages et vandindhold på 10%. Ved forbrænding af $\text{n}(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)$ dannes kuldioxid og vand. Pr. kg karton dannes 1,47 kg kuldioxid.

I tabel 7.2 er vist den beregnede overslagsmæssige mængde kuldioxid, der dannes.

	Polyethylen	Karton
Mængde i en enhed kartoner	17,5 ton	125 ton
70 % af en enhed til forbrænding	12,25 ton	87,5 ton
Dannelse af kuldioxid pr. kg materiale	3,14 kg	1,47 kg
Dannelse af kuldioxid ved forbrænding	38,6 ton	128,6 ton

Tabel 7.2
Teoretisk overslag over dannelse af kuldioxid ved fuldstændig forbrænding af 70% af 5 mio. papkartoner.

Som det ses af tabel 7.2 dannes der 167 ton kuldioxid ved forbrænding af 70% af en enhed kartoner ud fra en teoretisk betragtning. Dette svarer til 1,7 t kuldioxid pr. t forbrændt mælkekarton.

I praksis vil der dannes mindre kuldioxid, da kulstoffet også vil findes som frit kulstof i partikler og sod samt ufuldstændigt forbrændte forbindelser. Man kan dog antage, at der i praksis sker en kuldioxid-dannelse, som ligger tæt på den teoretiske i betragtning af følgende forhold.

Fra forbrændingsanlæg har man almindeligvis 10% kuldioxid i røggassen og ca. 10 Nm³ røggas pr. kg forbrændt affald (Zielke, pers. komm., jan. 1992). Dette svarer til, at der dannes 2 t kuldioxid pr. t forbrændt affald. Det skal bemærkes, at affaldet ikke er nærmere specificeret.

Slagger, aske og røgrensningsprodukt genanvendes eller deponeres. Fra forbrænding fremkommer i størrelsesordenen 25% af den indfyrede mængde som slagger og aske. Miljøforholdene omkring dette er ikke nærmere vurderet, men det antages, at forholdene ved forbrænding af kartoner ikke adskiller sig væsentligt fra forbrænding af dagrenovation.

Deponering

Det vurderes, at der ikke er miljøbelastninger af betydning knyttet til deponering af mælkekartoner. Som nævnt ovenfor er indholdet af tungmetaller (bly og cadmium) væsentligt lavere end dagrenovation.

7.2.3. Vurdering

Ved traditionel bortskaffelse anvendes kun energi til transport, - 3,1 GJ pr 5 mio. kartoner.

Ved bortskaffelse forudsættes 70% forbrænding og 30% deponering. Ved forbrænding udvikles 1.439 GJ ved en udnyttelsesgrad på 75%.

Emissionerne fra forbrænding af mælkekartoner vurderes at ligge på linie med emissionerne fra forbrænding af almindeligt emballageaffald (excl. PVC og lign.), hvortil ingen erkendte væsentlige miljømæssige risici knytter sig.

Miljøbelastningen fra deponering vurderes som minimal.

7.3. Husstandsindsamling med andre fibermaterialer

Forudsætninger

Det forudsættes, at mælkekartonerne skylles efter brug med 0,25 liter koldt vand pr. karton. Restindholdet af mælk ved almindelig anvendelse antages at være lavt. Der skal dog tages højde for eventuelle rester m.v. I Miljøprojekt 168 (Pommer *et al.*, 1991) er der taget udgangspunkt i et restindhold af mælk på 1% ved skylning af flasker hos forbrugeren. I den samme rapport er anført, at andre undersøgelser antager et restindhold på ca. 0,5%.

I det følgende antages, at restindholdet i gennemsnit er 1% svarende til 10 gram mælk pr. karton og at 90% af dette skylles ud hos forbrugeren. Kartonerne indsamles med andre fibermaterialer, sorteres, opballes og transporteres til oparbejdning.

Skylning i husstand

Rengøring af udstyr

7.3.1. Råvareforbrug

Til skylning af 1 enhed forbruges 1.250 m³ koldt vand.

Der er et råvareforbrug i form af vand til rengøring af sorterings- og opbalmingsanlæg. Dette er bestemt til 12,75 m³ koldt vand pr. enhed kartoner.

7.3.2. Energiforbrug

Der medgår energi til transport fra forbruger til sorteringsanlæg, til selve sorteringen og opbalningen og til transport til oparbejdningssted.

Til transport antages det, at der anvendes dieselolie som brændstof (0,2 % svovl).

Til sorterings- og opbalmingsanlæg anvendes el og dieselolie. Energiforbruget varierer afhængig af sorteringsform. De anførte størrelser er gennemsnitsværdier pr. enhed.

Transport, renovation	15 GJ
Sortering- og opbalmingsanlæg (1/4 dieselolie, 3/4 el)	35 GJ
Transport til oparbejdning	200 GJ
I alt	250 GJ

I tabel 7.3 er vist vand og energiforbruget afhængig af indsamlingsprocenten.

Indsamlingsprocent	40 %	50 %	60 %	70 %	80 %
Vandforbrug, skylning m ³	500	626	750	875	1.000
Vandforbrug, rengøring m ³	5,1	6,4	7,7	9,0	10,2
Energi GJ	100	125	150	175	200

Tabel 7.3

Vand- og energiforbrug pr. enhed ved husstandsindsamling med andre fibermaterialer ved forskellige indsamlingsprocenter.

7.3.3. Emissioner

Restindholdet af mælk på 1 % svarer til en udledning på 50.000 liter mælk. Det antages, at 90 % af dette udledes hos forbrugeren svarende til 45.000 liter. På basis af data fra Holmiarporten 1990 (Holmia: Genbrugsflaske i plast til mælk), kan den organiske belastning af denne udledning bestemmes.

	1 skyllet karton (gram)	5 mio. skyl- lede karto- ner (1 en- hed) (kg)	Indhold i skyllevand (gram/l)	Indhold i husspilde- vand (gram/l)
Mælk	9,0	45.000	83	-
BOD ₅	0,375	1.877	3,4	0,2
Kvælstof (total N)	0,021	104	0,19	0,01
Fosfor (total P)	0,004	18	0,03	0,03

Tabel 7.4

Organisk belastning ved udledning af skyllevand fra skylning af kartoner efter brug.

Det antages, at kun kartoner, der indsamles, bliver skyllet. Vandforbrug samt udledning af mælk og den medfølgende organiske belastning ved skylning af en enhed er vist i tabel 7.5 ved forskellige indsamlingsprocenter.

Indsamlings- procent	40 %	50 %	60 %	70 %	80 %
Vandforbrug m ³	500	625	750	875	1.000
Mælk ton	18	22,5	27	31,5	36
BOD5 kg	751	939	1.126	1.314	1.502

Tabel 7.5

Spildevand fra skylning af en enhed mælkekartoner ved forskellige indsamlingsprocenter.

Bidraget til den biologiske belastning af husspildevand er i gennemsnit sat til 60 g pr. person pr. dag (1 PE). Den udledning, der følger af skylning af en enhed svarer til et bidrag fra mindre end 100 personer.

Da udledningen må forudsættes spredt over et større område, må den betragtes som minimal. Dette sammenholdt med, at mælk er let nedbrydeligt betyder, at miljøbelastningen kan betragtes som ubetydelig.

Sortering og opbalning

Skyllvand fra rengøring af sorterings- og opbavningsanlæg udgør mindre mængder, som indeholder mælkerester og evt. andet organisk materiale. Miljøbelastningen vurderes som minimal og uden betydning.

Energiforbruget ved sorterings- og opbavningsanlæg vil i det væsentligste føre til emission af svovldioxid, kvælstofoxider og kuldioxid. Størrelsen af emissionerne er ikke fastlagt, men vurderes ikke som væsentlige.

Ved sorteringsanlæg kan forekomme lugtgener. Det vurderes at eventuelle gener vil være af begrænset lokal karakter og derfor kun udgøre en begrænset miljømæssig belastning.

Der vil ikke forekomme yderligere støjgener end ved allerede eksisterende affaldssorteringsanlæg.

Transport

Ved transport, dels ved renovation og dels til oparbejdning, forekommer der emissioner til luft. Disse er vurderet ud fra et energiforbrug på 215 GJ.

	1 GJ, diesel, vej	Indsamlingsprocent				
		40%	50%	60%	70%	80%
Energiforbrug, GJ	1	86	108	129	151	172
Svovldioxid, kg	0,090	7,74	9,78	11,6	13,6	15,5
Nitrogenoxider, kg	0,516	44,4	55,5	66,6	77,7	88,8
Kuldioxid, kg	74	6.360	7.960	9.550	11.100	12.700

Tabel 7.6

Emissioner fra transport ved renovation samt transport til oparbejdning ved husstandsindsamling sammen med fibermaterialer ved forskellige indsamlingsprocenter.

Til sammenligning kan anføres, at der fra transport, dækkende kartonernes hele livscyklus (fra råvareproduktion til trad. bortskaffelse) for en enhed kartoner, emitteres (Pommer *et al.*, 1991):

Svovldioxid	340 kg
Kvælstofoxider	1.951 kg
Kuldioxid	287.930 kg

Det øgede transportbehov fra indsamling til oparbejdning udgør en meget lille del af det samlede transportbehov og emissionen derfra vurderes som begrænset.

7.3.4. Vurdering

Skylning

Til skylning af 5 mio. mælkekartoner anvendes et vandforbrug svarende til 35 personers vandforbrug på årsbasis (100 liter pr. døgn).

Den organiske belastning fra spildevandet som følge af skylningen svarer til en udledning af organisk belastet spildevand fra lidt under 100 personer. Mælk som forurening betragtes som let nedbrydeligt og derfor vurderes spildevandet at medføre en minimal belastning.

Sortering og opbalning

Til sortering og opbalning anvendes små mængder vand (5-10 m³) til rengøring samt el og dielselolie som energikilde til dækning af energiforbruget på 35 GJ.

Der vil være emissioner i form af skyllevand og luftbårne emissioner fra sorterings- og opbalningsanlæg. Disse vurderes at udgøre en begrænset miljøbelastning.

Transport

Energiforbruget til transport er 215 GJ, - heraf 200 GJ til transport fra opbalning til oparbejdningsanlæg.

Fra transporten forekommer emissioner i form af svovldioxid, kvælstofoxider og kuldioxid. Det vurderes, at emissionerne udgør en begrænset miljøbelastning, da de udgør mindre end 4% af emissionerne fra det samlede transportbehov i hele mælkekartonens livscyklus.

7.4. Husstandsindsamling sammen med flasker

Skylning

Kartonerne forudsættes skyllet inden indsamlingen som anført i afsnit 7.3. Vedrørende forhold omkring vandforbrug og emissioner ved skylning henvises derfor til dette afsnit.

Husstandsindsamling af kartoner sammen med flasker adskiller sig kun fra indsamling sammen med andre fibermaterialer på et enkelt punkt, - et øget energiforbrug til transport fra sorteringssted til opbalning på 15 GJ, svarende til en stigning i energiforbrug på ca. 8%.

Vurdering

Vandforbruget og udledningen af organisk materiale i forbindelse med skylning af kartonerne samt ved rengøring af sorterings- og opbavningsanlæg vurderes at være begrænsede.

Energiforbrug ved sortering, opbalning og transport samt heraf følgende emissioner vurderes at være begrænsede. I øvrigt henvises til vurderingerne i afsnit 7.3.

7.5. Husstandsindsamling med kildesortering

7.5.1. Råvare- og energiforbrug

Skylning

Kartonerne forudsættes skyllet inden indsamlingen, som anført i afsnit 7.3. Vedrørende forhold omkring vandforbrug og emissioner ved skylning henvises derfor til dette afsnit.

Ved denne indsamlingsform anvendes ressourcer i form af energi til indsamling, energi og vand til opbalning og energi til transport til oparbejdningssted.

Vand til rengøring af opbavningsudstyr er 4,25 m³ for en enhed kartoner.

Til indsamling medgår energi i form af dieselolie til transport samt til transport fra opbavningsanlæg til oparbejdning. Til opbalning medgår energi i form af diesel og el.

Energiforbruget pr. enhed er:

Transport, indsamling	15 GJ
Opbalning	11 GJ
Transport, oparbejdning	200 GJ
I alt	226 GJ

Det anvendte vand- og energiforbrug er vist i tabel 7.7.

Indsamlingsprocent	40 %	50 %	60 %	70 %	80 %
Vandforbrug m ³	1,7	2,1	2,6	3,0	3,4
Energi GJ	90,7	113	136	159	181

Tabel 7.7

Råvareforbrug og energiforbrug pr. enhed ved husstandsindsamling med kildesortering ved forskellige indsamlingsprocenter.

7.5.2. Emissioner

Emissionerne vil være de samme som ved husstandsindsamling sammen med fibermaterialer; - det mindre vandforbrug og det lidt mindre energiforbrug vil ikke ændre vurderingen.

Emissioner fra transport vil være identiske med det, der er anført i tabel 7.6.

7.5.3. Vurdering

Vandforbruget og udledningen af organisk materiale i forbindelse med skylning af kartonerne samt ved rengøring af opbalmingsanlæg vurderes at være begrænsede.

Energiforbrug ved opbalning og transport samt heraf følgende emissioner vurderes at være begrænsede. I øvrigt henvises til vurderingerne i afsnit 7.3.

7.6. Containerindsamlinger

Skylning

Kartonerne forudsættes skyllet inden indsamlingen som anført i afsnit 7.3. Vedrørende forhold omkring vandforbrug og emissioner ved skylning henvises derfor til dette afsnit.

Efter skylning i husholdningen bringes kartonerne til indsamlingscontainere. Herfra transporteres de til opbalmingsanlæg, hvor der inden opbalningen sker en kontrolsortering. Efter opbalning transporteres kartonerne til oparbejdning.

7.6.1. Råvare- og energiforbrug

Råvareforbrug

Der er et forbrug af koldt vand til skylning af containere og ballepresse m.v.. Dette er anslået til ca. 7 m³ for en enhed kartoner.

Energiforbrug

Til indsamlingen medgår energi i form af dieselolie til transport samt til transport fra opbalmingsanlæg til oparbejdning. Til opbalning medgår energi i form af diesel og el.

Energiforbruget pr. enhed er:

Transport, indsamling	18 GJ
Sortering- og opbalmingsanlæg	11 GJ
Transport til oparbejdning	200 GJ

I alt 229 GJ

De anvendte vand- og energiforbrug afhængig af indsamlingsprocenter er vist i tabel 7.8.

Indsamlingsprocent	40 %	50 %	60 %	70 %	80 %
Vandforbrug m ³	2,9	3,6	4,3	5,0	5,7
Energi GJ	91,6	115	137	160	183

Tabel 7.8

Råvareforbrug og energiforbrug pr. enhed ved containerbaserede indsamlinger ved forskellige indsamlingsprocenter.

7.6.2. Emissioner

Rengøring

Skyllvand fra rengøring af containere og opbalmingsanlæg udgør mindre mængder, som indeholder mælkerester og evt. andet organisk materiale. Miljøbelastningen vurderes som minimal og uden betydning.

Øvrige forhold

Ved containere og opbalmingsanlæg kan forekomme lugtgener. Det vurderes, at eventuelle gener vil være af begrænset lokal karakter og derfor kun udgøre en begrænset miljømæssig belastning.

Generelt er emissionerne af samme type og størrelse som i forbindelse med husstandsindsamling sammen med andre fibermaterialer; derfor henvises til afsnit 7.3.

Transport

Transportbehovet er for containerindsamlinger sat til 218 GJ, mens det for husstandsindsamlinger er 215 GJ. Da disse to energiforbrug stort set er ens, henvises til tabel 7.6 vedrørende emissioner fra transporten.

7.6.3. Vurdering

Vandforbruget og udledningen af organisk materiale i forbindelse med skylning af kartonerne samt ved rengøring af sorterings- og opbalmingsanlæg vurderes at være begrænsede.

Energiforbrug ved sortering, opbalning og transport samt heraf følgende emissioner vurderes at være begrænsede. I øvrigt henvises til vurderingerne i afsnit 7.3.

7.7. Pantesystemer

Skylning

Kartonerne forudsættes skyllet inden indsamlingen, som anført i afsnit 7.3. Vedrørende forhold omkring vandforbrug og emissioner ved skylning henvises derfor til dette afsnit.

Ved et pantsystem bringes kartonerne efter skylning til udsalgsstedet. Kartonerne samles, transporteres til opbalning og derfra videre til oparbejdning.

7.7.1. Råvarer og energi

Råvarer

Rengøring i forbindelse med modtagelse af kartoner medfører et forbrug af vand og rengøringsmidler. Det antages, at der anvendes 5 liter vand tilsat 0,1 % rengøringsmiddel til daglig rengøring. Dette medfører et vandforbrug på 142,5 m³ og et rengøringsmiddelforbrug på 142,5 liter. Dertil kommer et vandforbrug på 4,25 m³ til rengøring af opbalningsanlæg.

Energi

Til rengøring ved modtagelse medgår energi i form af el eller damp til opvarmning af vand. Der medgår energi i form af dieselolie til transport til opbalningsanlæg og videre til oparbejdning. Til opbalning medgår energi i form af diesel og el.

Energiforbruget er:

Modtageautomater og ventilation	166 GJ
Opvarmning af vand	22 GJ
Transport til opbalningsanlæg	15 GJ
Sorterings- og opbalningsanlæg	11 GJ
Transport til oparbejdning	200 GJ
I alt	414 GJ

De anvendte råvare- og energiforbrug pr. enhed afhængig af indsamlingsprocenter er vist i tabel 7.9.

Indsamlingsprocent	40 %	50 %	60 %	70 %	80 %
Vandforbrug m ³	58,7	73,4	88,1	103	117
Rengøringsmiddelforbrug, liter	57	71	86	100	114
Energi GJ	175	219	263	307	350

Tabel 7.9

Råvareforbrug og energiforbrug pr. enhed ved pantsystem ved forskellige indsamlingsprocenter.

Ved modtagelse

7.7.2. Emissioner

Spildevand fra rengøring af modtageudstyr vil indeholde rester af rengøringsmidler, mælkerester og evt. anden organisk forurening. Det forudsættes, at rengøringsmidlet indeholder alkali og biologisk nedbrydelige tensider. Med de begrænsede mængder pr. rengøringssted pr. dag vil det svagt alkaliske spildevand blandet op med andet afløbsvand være uden betydning. Den organiske belastning anses ligeledes for at være minimal og miljømæssigt uden betydning.

Opbalning

Skyllevand fra opbalningsanlæg udgør mindre mængder, som indeholder mælkerester og evt. andet organisk materiale. Miljøbelastningen vurderes som minimal og uden betydning.

Ved containere og opbalningsanlæg kan forekomme lugtgener. Det vurderes, at eventuelle gener vil være af begrænset lokal karakter og derfor kun udgøre en begrænset miljømæssig belastning.

De væsentligste energiforbrug ligger ved ventilation på udsalgsstedet og til transport.

Ventilation

Energiforbruget til ventilation er el-energi. Emissionerne fra fremstilling af el er ikke vurderet, men vil hovedsagelig være i form af svovldioxid, kvælstofoxider og kuldioxid.

Transport

Energiforbruget til transport er 215 GJ, hvilket svarer til energiforbruget ved kommunale indsamlinger. Der henvises derfor til tabel 7.6.

7.7.3. Vurdering

Skylning

Vedrørende skylning af kartonerne henvises til afsnit 7.3.

Modtagelse

Modtagelse af kartoner i butikker adskiller sig fra de øvrige indsamlingsformer.

Ved modtagelse er der et råvareforbrug i form af vand og rengøringsmidler. Det vurderes dog at emissioner herfra ikke medfører nogen betydende miljøbelastning.

Ved modtagelse er der et væsentligt energiforbrug; primært el-energi til ventilation. Dertil kommer et energiforbrug til opvarmning af vand til rengøring. Emissionerne herfra er ikke vurderet.

Opbalning og transport

Vedrørende opbalning og transport henvises til 7.3. da disse forhold er identiske med husstandsindsamlinger.

7.8. Samlet vurdering

Ved indsamling og sortering er der fire forhold, som har betydning for forbrug af råvarer og energi samt miljøbelastning.

Skylning i husstand

Skylning af en enhed mælkekartoner i husstanden medfører et vandforbrug svarende til ca. 35 personers vandforbrug på årsbasis (100 liter pr. person pr. døgn). Den organiske belastning svarer til en forurening fra lidt under 100 personer. Mælk som forurening betragtes som let nedbrydeligt.

Energiforbrug ved pantsystemer

Energi til ventilation på udsalgsstedet er 166 GJ i form af el.

Rengøring ved pantsystem

Til rengøring af modtage- og opbevaringsanlæg ved et pantsystem anvendes 142,5 m³ vand, 22 GJ til opvarmning af vandet samt 142,5 kg rengøringsmidler. Under de givne omstændigheder anses dette for at medføre en minimal miljøbelastning.

Transport til oparbejdning

Der medgår ca. 200 GJ til transport af en enhed kartoner over en afstand på 650 km. Dette energiforbrug svarer til ca. 3% af energiforbruget ved råvareproduktionen af karton og plast til fremstilling kartonerne.

Dette skal sammenholdes med energiudviklingen ved forbrænding, der udgør ca. 22% af energiforbruget ved kartonproduktion.

7.9. Oparbejdning

Der findes i dag ingen oparbejdningsanlæg, der modtager og behandler brugte kartoner.

Den følgende vurdering er derfor primært baseret på oplysninger fra én virksomhed, Fiskeby AB (Zell, pers. komm., sept.1991), der oparbejder returmateriale, herunder konverteringsaffald. Virksomheden Strepp GmbH & Co KG, der har tissue-produktion, er beskrevet i afsnit 2.3., men fra denne virksomhed forligger yderst sparsomme oplysninger (1992.03.20).

De data, det har været muligt at få fra Fiskeby AB, omfatter dels pulpning af konverteringsaffald, frasortering af polyethylen og kartonproduktion.

7.9.1. Råvareforbrug

Fibermaterialer

Den råvare, man anvender på Fiskeby AB, udgøres af 10.000 ton konverteringsaffald og i alt 100.000 ton fibermaterialer. De enkelte returmateriale holdes adskilt for fremstilling af 4 lag som "lægges" sammen til den karton, man fremstiller. Af konverteringsaffald fra mælke og juicekartoner af helbleget masse fremstilles tolaget til den "ny" karton.

Vand

Til pulpningen anvendes vand. Man har oplyst et vandforbrug på 21,2 m³/ton. Til sammenligning kan oplyses, at der til fremstilling af karton ud fra træ, anvendes ca. 80 m³/ton (Pommer *et al.*, 1991).

Det kan anføres, at Strepp har oplyst, at man i gennemsnit anvender 18 m³ pr. ton færdig produkt.

Hjælpestoffer

Fra Fiskeby AB har man oplyst mængder på en række hjælpestoffer uden at angive specifikke stoffer og uden at angive, hvor de anvendes. Dette kan derfor indebære, at man anvender stoffer, som er betænkelige i arbejdsmiljøsammenhænge eller i det eksterne miljø i form af toksiske stoffer i spildevandet eller afgangsluften.

I tabel 7.11 er oplysningerne fra Fiskeby AB forsøgt sammenlignet med kartonproduktion med træ som råvare. Data fra de anførte kartonproduktioner stammer fra Miljøprojekt 168 (Pommer *et al.*, 1991) og omfatter Frövifors, der producerer ubleget sulfatmasse og Billerud, der producerer en blanding af bleget og ubleget masse. Nyere data fra Frövifors fra 1989 omfattende ubleget masse er ligeledes anført.

Forbrug af hjælpestoffer pr. ton karton	Fiskeby AB (1990)	Frøvifors (1986)	Billerud (1990)	Frøvifors (1989)
Svovlsyre kg	1,0	9,0	3,5	
Natriumhydroxid kg	2,1	10	37	3,4
Natriumaluminiumsulfat kg	8,8			
Natriumsulfat kg		15		3,0
Calciumoxid kg		5	19,5	2,2
Chlor kg			10,4	
Ler, kridt og titandioxid kg	72,5			
Øvrige kg	33,3	247	20,1	144

Tabel 7.11

Sammenligning af forbrug af hjælpestoffer ved produktion af 1 ton karton.

Som det ses af tabel 7.11 er forbruget af hjælpestoffer mindre ved kartonproduktionen hos Fiskeby AB end hos de øvrige producenter. Forholdene kan dog ikke nærmere vurderes på grund af manglende procesoplysninger.

Hos Strepp oplyser man, at man stort set ikke anvender kemikalier. Der anvendes kun små mængder natriumhydroxid til pH-justering, fedtsyre til fjernelse af trykssvæerte og eventuelt hydrogenperoxid til blegning. Det har dog ikke været muligt at få yderligere oplysninger om disse forhold (1992.03.20).

7.9.2. Energiforbrug

Fra Fiskeby har man oplyst det samlede energiforbrug ved oparbejdning og kartonfremstilling. Dette udgør 6,9 GJ/ton karton. Som energikilde anvendes olie og el.

Hos Strepp har man installeret en effekt på 14 MW til dækning af virksomhedens samlede energiforbrug. Energikilden er ikke oplyst. En effekt på 14 MW svarer til 4,3 GJ/ton (300 arbejdsdage, 24 timer/døgn). Det er ikke oplyst, hvor stor en del af det samlede energiforbrug, der anvendes til selve papirproduktionen.

Fiskeby

Strepp

Øvrige

Til sammenligning kan oplyses, at der til fremstilling af karton ud fra træ anvendes 41 GJ/ton (Pommer *et al.*, 1991). Til produktion af ubleget karton anvendte Frøvifors i 1989, dels træflis og affald fra produktionen samt ekstern energi i form af el og olie. El-forbruget er oplyst til 1,9 GJ/ton og olieforbruget til 3,3 GJ/ton. Det eksterne energiforbrug er således lavt i forhold til det samlede energiforbrug.

Fiskeby

7.9.3. Emissioner

Fra Fiskeby AB har man givet oplysninger om spildevandets indholdsstoffer; men kun yderst sparsomme oplysninger om luftbårne emissioner. Det må også antages, at der fremkommer fast affald, men der foreligger ikke oplysninger herom.

Fra Strepp har det ikke været muligt at fremskaffe oplysninger om emissioner (1992.03.20).

I tabel 7.12 er samlet de oplysninger, der er modtaget fra Fiskeby om emissioner til vand og luft baseret på samlet udledning pr. år og udledning pr. ton fremstillet karton. Dette er suppleret med emissionerne for bearbejdning af en enhed.

Emissioner	Ton/år	Kg/ton	Kg/enhed kartoner
COD	889	9,26	1320
BOD ₇	391	4,07	580
Fosfor	0,39	0,004	0,57
Kvælstof	10	0,10	14,25
AOX	0,45	0,005	0,71
Svovldioxid (luft)	6	0,064	9,12

Tabel 7.12

Emissioner fra Kartonproduktion hos Fiskeby AB (1990).

Ovenstående emissioner er sammenlignet med emissionerne fra:

- Korsnäs (1987/88), bleget og ubleget sulfatmasse,
- Frövifors (1986), bleget og ubleget sulfatmasse,
- Enzo-Gutzeit (?), bleget sulfatmasse,
- Billerud (1990), bleget og ubleget sulfatmasse og
- Frövifors (1989), ubleget masse.

Data fra de anførte produktioner stammer fra Miljøprojekt 168 (Pommer *et al.*, 1991). Den sidste er dog fremskaffet senere.

Emissioner pr. ton karton	COD kg	BOD ₇ kg	AOX kg
Fiskeby (1990)	9,26	4,07	0,005
Korsnäs (1987/88)	43	8	4,5
Frövifors (1986)	15	1,9	-
Enzo-Gutzeit (?)	42	3-4	3-4
Billerud (1990)	47	13	0,7
Frövifors (1989)	8	1	0,004

Tabel 7.13

Sammenligning af emissioner til vand ved produktion af 1 ton karton.

De størrelser, der er sammenlignet er COD, BOD₇ og AOX. Disse står for:

COD: Kemisk iltforbrug, - det teoretiske forbrug, som ikke angiver, om der kan ske en biologisk omdannelse og nedbrydning.

BOD₇: Biologisk iltforbrug i løbet af 7 dage.

AOX: Adsorberbare organiske halogenforbindelser, - et mål for mængden af organiske chlorforbindelser

Som det ses af tabel 7.13 er emissionerne væsentligt lavere fra Fiskeby og fra Frøvifors (tal fra 1989), end fra de øvrige producenter. Begge sæt data stammer fra produktion af ubleget masse, men forholdene kan ikke kommenteres nærmere, da virksomhedernes produktionsforhold ikke er kendt.

Det skal bemærkes, at den beskedne emission af organiske chlorforbindelser (AOX) hos Fiskeby AB stammer fra bearbejdning af blegede produkter, som indeholder chlorforbindelser og ikke fra tilsætning af hjælpestoffer.

Det lave indhold af AOX hos Frøvifors kan ikke umiddelbart forklares.

Det skal ligeledes bemærkes, at forholdet mellem BOD og COD er større hos Fiskeby, end de øvrige kartonproducenter. Dette betyder, at en større del af det udledte organiske materiale er biologisk nedbrydeligt. Den resterende del kan dog indeholde toksiske og/eller tungtnedbrydelige komponenter.

Affald

Ved kartonproduktionen fremkommer et rejekt bestående af polyethylen og evt. aluminium (juicekartoner). Dertil kommer en vis fraseparering af fibre. Fiskeby angiver, at rejektet udgør 12,5%. Strepp anfører, at rejektet fra kartoner udgør en større procentdel - ca. 25% - men heraf udgør polyethylen og aluminium 22%.

Det formodes, at rejektet afvandes og derefter deponeres som affald. Affaldsmængden vil udgøre 125-200 kg pr. ton oparbejdet konverteringsaffald.

Rejektet fra oparbejdning af danske kartoner vil således bestå af ca. 85% polyethylen og ca. 15% fibermateriale beregnet som tørt materiale. Forbrænding eller deponering af dette vil formentlig ikke medføre en væsentlig miljømæssig belastning.

7.9.4. Vurdering

Råvareforbrug

Ved oparbejdning af konverteringsaffald hos Fiskeby anvendes omkring 1,05 ton råvare til produktion af 1 ton færdigvare. Oplysninger fra Strepp viser, at der anvendes 1,3-1,4 ton pr. ton færdigvare. Til produktion af karton ud fra træ anvendes ca. 2 ton træ til produktion af 1 ton færdigvare. Råvareforbruget ved oparbejdning af konverteringsaffald er således væsentligt lavere, end ved fremstilling ud fra træ.

Vandforbrug

Vandforbruget er betydeligt lavere ved oparbejdning af konverteringsaffald end ved fremstilling af karton ud fra træ. Vandforbruget udgør kun 20-26% af, hvad der anvendes i en relativ ny kartonproduktion.

Hjælpestoffer

Oplysninger omkring anvendelse af kemikalier er ikke fyldestgørende. Dog kan det ses, at mængden af anvendte kemikalier hos Fiskeby er væsentligt lavere end ved almindelig kartonproduktion.

Energi

Til oparbejdning og kartonproduktion anvender Fiskeby 6,9 GJ baseret på olie og el. Til oparbejdning og tissue-produktion anvendes mindre end 5 GJ hos Strepp. Til almindelig oparbejdning og kartonfremstilling anvendes ca. 40 GJ, hvoraf de 5-6 GJ er ekstern energi i form af olie og el. Den resterende del kommer fra træflis, bark og produktionsaffald.

Vurderes kun de energiforbrug, der anvendes i form af el og olie, er der ikke væsentlig forskel i energiforbruget.

Emissioner

Ved kartonproduktion er det primært udledning af organisk belastet spildevand, der medfører miljøbelastningen.

Ved sammenligning af Fiskebys udledning med andre kartonproduktioner vurderes det:

- at indholdet af organisk materiale er lavere ved fremstilling af ubleget karton end ved fremstilling af bleget karton og
- at den samlede udledning af organiske materialer ikke er højere ved oparbejdning af konverteringsaffald; den del af den organiske belastning, der er letnedbrydelig, er dog formentlig større ved oparbejdning af konverteringsaffald end ved traditionel kartonproduktion.

Effekten af disse udledninger er vanskelige at vurdere. BOD-indholdet i spildevandet fra Fiskeby svarer dog til BOD-indholdet i husspildevand.

Der sker en begrænset udledning fra Fiskeby af organiske chlorforbindelser, stammende fra oparbejdning af bleget karton. Effekten af udledning af disse stoffer kan ikke vurderes.

Dertil kommer, at det ikke vides, om eventuelle hjælpestoffer, der anvendes hos Fiskeby, er toksiske eller tungtmetalbrydelige.

Det har ikke været muligt at vurdere emissioner til luft på grund af utilstrækkelige oplysninger.

På grundlag af oplysninger om rejektets størrelse ved kartonproduktion hos Fiskeby vurderes det, at der fremkommer affald, hovedsageligt indeholdende polyethylen og evt. aluminium, i en mængde svarende til 125-200 kg pr. ton oparbejdet materiale.

Sammenfattende kan det vurderes, at kartonproduktion ud fra konverteringsaffald ikke er mere miljøbelastende end kartonproduktion ud fra træ, når emissioner til vand vurderes.

7.10. Anvendelse

Anvendelse af den oparbejdede karton til forskellige formål er ikke beskrevet nærmere; derfor kan en vurdering af de miljømæssige forhold ikke foretages.

Generelt vurderes det, at anvendelse af oparbejdet karton til fremstilling af emballager m.v. ikke vil adskille sig fra fremstilling ud fra karton fremstillet af træ.

7.11. Sammenfatning

I tabel 7.14 er vist en oversigt over de væsentligste emissioner fra indsamling, forbrænding og oparbejdning.

5 mio. kasserede mælkekartoner - Emissioner

Indsamling					
med dagrenovation	med fibermaterialer	med glas	kildesorteret	containerinds.	pantsystem
transport: SO ₂ 0,28 kg NO _x 1,6 kg CO ₂ 229 kg	organisk belastet spildevand: 1268 m ³ BOD 1.877 kg transport SO ₂ 19 kg NO _x 111 kg CO ₂ 10.160 kg	organisk belastet spildevand: 1268 m ³ BOD 1.877 kg transport SO ₂ 19 kg NO _x 111 kg CO ₂ 10.160 kg	organisk belastet spildevand: 1268 m ³ BOD 1.877 kg transport SO ₂ 20 kg NO _x 120 kg CO ₂ 10.970 kg	organisk belastet spildevand: 1268 m ³ BOD 1.877 kg transport SO ₂ 19 kg NO _x 111 kg CO ₂ 10.160 kg	organisk belastet spildevand: 1268 m ³ BOD 1.877 kg transport SO ₂ 19 kg NO _x 111 kg CO ₂ 10.160 kg
Behandling					
Forbrænding	Oparbejdning				
Luft: CO ₂ 100-150 ton der til små mængder chlorforbindelser og muligvis tungmetaller Affald: Slagger og røgrensning produkt - ikke vurderet	Vand: Spildevand 2.850 m ³ indeholdende organisk materiale, COD: 1000-1500 kg, BOD: 400-800 kg, små mængder organiske chlorforbindelser. Luft: Emissioner fra intern energiproduktion - ikke vurderet. Affald: Rejekt indeholdende fibermateriale og polyethylen ca. 20 ton.				
Anvendelse					
Ikke vurderet					

Tabel 7.14
Oversigt over emissioner ved bortskaffelse og oparbejdning af mælkekartoner.

8. Sammenstilling

8.1. Introduktion

Kapitlets indhold

Der er foretaget en vurdering af

- ressourceforbrug (kap. 3)
- hygiejne og arbejdsmiljøforhold (kap. 4)
- eksterne miljøforhold (kap. 7)
- virksomhedsøkonomiske forhold (kap. 5) og
- samfundsøkonomiske forhold (kap. 6)

for traditionel bortskaffelse af mælkekartoner og for indsamling og sortering med henblik på oparbejdning og materialegenvinding.

Vurderingen er gennemført for hver af følgende systemer:

- bortskaffelse ved forbrænding og deponering,
- husstandsindsamlinger, sammen med andre fibermaterialer,
- husstandsindsamlinger, sammen med glas,
- husstandsindsamlinger med kildesortering,
- containerindsamlinger og
- indsamling gennem et pantsystem.

Endvidere er foretaget en vurdering vedrørende oparbejdning af indsamlet materiale og mulighederne for anvendelse af dette. Det har dog kun været muligt at vurdere oparbejdningen i et yderst begrænset omfang på grund af sparsomme oplysninger.

Det har været ønskeligt at vurdere forholdene omkring genanvendelse af materiale fra oparbejdede mælkekartoner. Denne vurdering har ikke kunnet gennemføres på grund af manglende oplysninger.

Kapitlets opbygning

Nærværende sammenstilling indeholder hovedelementerne af de 7 foregående kapitler samt en række sammenligninger og vurderinger.

Først resumeres den anvendte metode samt de overordnede forudsætninger. Med hensyn til øvrige forudsætninger henvises til de enkelte kapitler.

For hver af de behandlede indsamlingsformer samt for oparbejdning og anvendelse foretages en sammenstilling og vurdering af de enkelte elementer (ressourcer, miljø, økonomi).

Der foretages en vurdering af de opstillede forudsætninger, hvorefter der er anført en sammenstilling og konklusion.

8.1.1. Vurderingsmetode

Vurderingerne bygger på en livscyklus-betragtning; dog således at kun en del af en mælkekartons livsforløb er vurderet, nemlig fra anvendelse af kartonerne hos forbrugeren og til de bortskaffes ved forbrænding/deponering, eller til de oparbejdes til genanvendeligt materiale efter indsamling.

Ud fra vurdering af de ressourcemæssige, de miljømæssige og de økonomiske forhold er foretaget en overordnet sammenstilling og udpegning af de væsentligste forhold.

Hygiejne og arbejdsmiljø

Krav og anbefalinger fra myndighederne vedrørende de hygiejniske forhold er undersøgt. De arbejdsmiljømæssige forhold er beskrevet og vurderet med hensyn til risiko for eksponering og effekter.

Virksomhedsøkonomi

Indsamlingsomkostningerne ved hhv. traditionel bortskaffelse og indsamling med sigte på genanvendelse er vurderet relativt. Omkostninger til indsamling og sortering er prissat.

Beregningerne er primært afhængige af, at der er forudsat, at der eksisterer flerstrengede indsamlingssystemer. Desuden er mælkekartonernes indvirkning på økonomien i behandlingen ved den traditionelle bortskaffelse (forbrænding og deponering) vurderet, idet der også er taget hensyn til statsafgiften på 130 kr. pr. t affald.

Endelig er økonomien i afsætningsmulighederne ved genanvendelse af de opballede mælkekartoner vurderet.

Samfundsøkonomi

For indsamlingssystemerne med sigte på genanvendelse beregnes den samfundsøkonomiske rentabilitet ved at indregne økonomien for den del af mælkekartonerne, der vil blive bortskaffet via den traditionelle bortskaffelse.

Konsekvenserne opgøres ved hjælp af den såkaldte faktorprismetode, hvor ressourceforbruget (d.v.s. kapital, arbejdskraft, energi m.m.) udregnes i priser renset for afgifter/subsidier, og hvortil kommer yderligere vurderingselementer.

Disse priser vil typisk afvige en del fra de tilsvarende virksomhedsøkonomiske priser. Opstilling af sådanne priser sker ofte under relativ stor usikkerhed, hvilket der skal tages hensyn til, når de endelige resultater tolkes.

Miljø

Ressourceforbruget i form af råvarer, hjælpestoffer og energi vurderes for de enkelte indsamlingssystemer og sammenlignes med den traditionelle bortskaffelse. Forholdene omkring oparbejdning vurderes og sammenlignes med traditionel kartonproduktion.

Emissionerne er beskrevet med hensyn til art og mængder. Det har ikke været muligt at vurdere effekten af alle emissionerne, men en overordnet vurdering eller et skøn af emissionernes betydning for den miljømæssige belastning er anført.

Ud fra disse vurderinger er foretaget en overordnet sammenstilling og udpegning af de væsentligste forhold.

De enkelte trin

Forhold omkring råvareproduktion og emballageproduktion for en mælkekarton er ikke medtaget i denne vurdering. De miljømæssige forhold for disse livscyklustrin er behandlet i "Miljømæssig vurdering af mælkeemballage" (Pommer *et al.*).

Anvendelse

Første trin i nærværende vurdering er kassering af mælkekartonen hos forbrugeren. Der forudsættes en skylning af kartonen i husstanden, hvorefter kartonen bortskaffes gennem forskellige systemer.

Traditionel bortskaffelse

Den traditionelle bortskaffelse omfatter en indsamling med anden dagrenovation med efterfølgende forbrænding eller deponering.

Genanvendelse

Genanvendelsen er opdelt i tre trin:

- indsamling,
- oparbejdning og
- anvendelse.

Indsamling

Vurderingen omfatter 5 forskellige indsamlingsformer. De tre indsamlingsformer er husstandsindsamlinger, hvor kartonerne hentes ved husstanden samtidig med anden dagrenovation. Derudover er medtaget en containerindsamling og indsamling ved et pantsystem. For alle indsamlingsformerne gælder, at dette trin omfatter evt. nødvendig sortering og en opbalning med henblik på transport til oparbejdningsstedet.

Oparbejdning

Oparbejdningen omfatter pulpning og fremstilling af papir/karton.

Det var hensigten at beskrive en produktion, hvor kasserede mælkekartoner oparbejdes til genanvendeligt papir eller karton. En sådan produktion eksisterer ikke i dag; der er forskellige tiltag i gang, bl.a. enkelte pilotforsøg. De vurderinger, som ligger til grund for beskrivelse og vurdering af dette trin, er derfor baseret på oparbejdning af konverteringsaffald og andre indsamlede returmateriale.

Anvendelse

Anvendelse omfatter produktion af forskellige produkter ud fra den råvare, papir eller karton, som er fremstillet ved oparbejdningen.

Da der for øjeblikket ikke sker en oparbejdning af fibre fra mælkekartoner, har det ikke været muligt at udpege konkrete anvendelser og vurdere disse. Det skal dog bemærkes, at produkter af oparbejdede papirfibre herunder brugte mælkekartoner ikke kan anvendes til levnedsmiddelemballage.

Kartoner

8.1.2. Begrænsninger og forudsætninger

Nærværende vurdering omfatter 1-liters gavltopkartoner anvendt til sød-, let- og skummetmælk. Øvrige kartoner anvendt som emballage til andre produkter og kartoner med et andet rumindhold eller med en anden udformning er ikke medtaget.

Det årlige forbrug af kartoner til sød-, let og skummetmælk er på 500 mio. stk., svarende til 14.250 ton. Dette udgør ca. 50% af det samlede forbrug af kartoner til mælkeprodukter og drikkevarer.

*1 enhed=142,5 ton
= 5 mio kartoner*

Ved beregninger og vurderinger er der taget udgangspunkt i 1% af det årlige forbrug svarende til 142,5 ton eller 5 mio. kartoner. Denne mængde er betegnet en enhed.

Ressourceforbrug

Ressourceforbruget i form af råvarer og energi er opgjort. Hvorledes de enkelte råvarer og hjælpestoffer er fremstillet er ikke vurderet.

Ved opgørelse af vandforbrug og ved vurdering af vand som ressource er der ikke taget hensyn til vandets oprindelse - der er ikke skelnet mellem, om det forbrugte vand er drikkevand eller vand taget direkte fra en elv eller flod. Det er den forbrugte ressource, vand, der er opgjort, og den forurening, der er tilført, som er opgjort og vurderet.

Ved forbrug af energi, har det ikke i alle tilfælde været muligt at udpege den anvendte energikilde og at opgøre emissionerne herfra. Ved f.eks. transport er det antaget, at der er anvendt dieselolie, mens der f.eks. ved oparbejdning ikke er udpeget en energikilde.

Fornyelige og ikke-fornyelige ressourcer

Betydningen af fornyelige ressourcer kontra ikke-fornyelige ressourcer er ikke medtaget som et egentligt vurderingselement. Det er dog anført, om de enkelte råmaterialer er fornyelige.

Indsamlingssystemer

Ved de vurderede husstandsindsamlinger med sigte på genanvendelse forudsættes det, at der er etableret flerstrengede indsamlingssystemer. Det er ikke på nuværende tidspunkt undersøgt, om denne forudsætning er rimelig for hele landet eller hvor stor en udbredelse af flerstrengede indsamlingssystemer, der kan forventes inden for en kort årrække.

Deponering/forbrænding

Det forudsættes, at den mængde kartoner, som bortskaffes på traditionel vis, bortskaffes ved, at 70% forbrændes og at 30% deponeres. Inden for en kort årrække vil dette forhold ændres mod en højere andel til forbrænding. Denne ændring vil især få betydning for de økonomiske vurderinger, og der er derfor suppleret med en vurdering af hvad dette forhold vil betyde for forbrændingsanlægene og deponeringspladserne.

Arbejdsmiljø

Ved de arbejdsmiljømæssige vurderinger er forudsat, at kartonerne er skyllet i husstanden, og at der ikke forekommer andre kartontyper i det indsamlede materiale.

Tilgængelige undersøgelser om relevante arbejdsmiljøforhold er yderst begrænsede. De udførte vurderinger kan derfor ikke tillægges særlig stor vægt; en endelig afklaring af forholdene kan først ske gennem forsøg, hvor de mikrobielle forhold undersøges.

Virksomhedsøkonomi

Der er som udgangspunkt forudsat, at mælkekartoner er marginale i det eksisterende affaldsbortskaffelsessystem, og dermed betyder en fjernelse af dem eller en del af dem kun meget lidt for driftsomkostningerne, som for dagrenovation udgør ca. 1.000 kr. pr. ton (efter indtægt fra varme-/el-salg) (Miljørapport nr. 172, 1991).

Ved forbrænding er der kun taget hensyn til mistet varmeindtægt og ikke til evt. indkøb af substitutionsbrændsel.

Samfundsøkonomi

Som grundlag for vurderingerne er anvendt faktorprismetoden. Data, som indgår i vurderingerne tager udgangspunkt i data anvendt til de virksomhedsøkonomiske vurderinger.

Eksternt miljø

I projektet er der ikke taget hensyn til, om emissioner og dermed miljøbelastningen forekommer i Danmark eller i udlandet.

CO₂-dannelse

Der er ikke foretaget en samlet opgørelse af kuldioxid-udviklingen ved traditionel bortskaffelse sammenlignet med genanvendelse af kartonerne. I rapporten behandles ikke, om de vurderede systemer er CO₂-neutrale, eller hvorledes indflydelsen er på ozonlag og drivhuseffekt.

8.2. Traditionel bortskaffelse

Ved traditionel bortskaffelse indsamles dagrenovationen og bortskaffes ved at 70 % forbrændes og 30 % deponeres.

8.2.1. Ressourcer

Energi

Til bortskaffelse medgår kun ressourcer i form af energi til transport fra husstand til behandlingsanlæg, svarende til 3,1 GJ for 142,5 ton karton.

Ved forbrænding af 70 % af kartonerne (142,5 ton) med en udnyttelsesgrad på 75 % kan der udnyttes 1.439 GJ.

8.2.2. Arbejdsmiljø

De sundheds- og sikkerhedsmæssige forhold er ikke vurderet, da de antages at være uafhængige af mælkekartonernes tilstedeværelse, og da de antages ikke at være kritiske.

8.2.3. Eksternt miljø

Ved bortskaffelse af 142,5 ton forbrændes 100 ton, mens 42,5 ton deponeres på losseplads.

Forbrænding

Emissionen fra forbrænding af mælkekartoner er i det væsentligste ikke forskellig fra forbrænding af dagrenovation.

Der udvikles kuldioxid ved forbrænding af en enhed mælkekartoner svarende til ca. 167 ton. Forbrænding af den samme mængde dagrenovation vil udvikle ca. 200 ton kuldioxid.

Blegede kartoner indeholder chlor, men ikke i større mængde end dagrenovation. Dannelse af dioxiner og andre chlorforbindelser samt mængden af disse er ikke afklaret.

Kartoner bidrager med minimale mængder tungmetaller. Under 0,1 % af dagrenovationens indhold af bly og cadmium stammer fra kartoner.

Affald i form af slagger og aske vil ikke adskille sig væsentligt fra forbrænding af dagrenovation. Affaldsmængden vil være i størrelsesordenen 25 % af den indfyrede mængde.

Deponering

Ved deponering på losseplads vil kartonerne langsomt nedbrydes og omdannes. Miljøbelastningen vurderes som beskeden.

8.2.4. Virksomhedsøkonomi

Der er udgifter ved indsamling til transport af dagrenovation fra husstand til forbrænding eller deponering. Ud fra en omkostning på 0,2 kr. pr. ton pr. km er udgiften beregnet til 285 kr. pr. karton-enhed.

Ved selve behandlingen er der indtægter ved forbrænding i form af varmesalg og udgifter forbundet ved deponering samt udgifter til statsafgift.

Indtægterne ved varmesalg er sat ud fra en afregningspris på 52 kr. pr. GJ og repræsenterer en værdi på 748 kr. pr. ton. Dette svarer til 74.670 kr., forudsat at 70 % af en karton-enhed forbrændes.

Udgifterne til deponering er afhængig af de konkrete forhold. Det vurderes, at 200 kr. pr. ton dækker driftsomkostninger samt forrentning og afskrivning, svarende til 8.500 kr, forudsat at 30 % af en karton-enhed deponeres.

Statsafgiften er på 130 kr. pr. t, hvilket svarer til 18.525 kr. pr. enhed.

Det samlede resultat af behandlingen repræsenterer en nettogevinst på 47.645 kr. pr. enhed eller 334 kr. pr. ton.

8.2.5. Samfundsøkonomi

Håndteringen i husholdningen er ikke prissat, men vurderes at være uden betydning.

Omkostningerne til indsamling er beregnet til 2 kr. pr. ton.

Samfundsøkonomisk vurderes udgifterne til deponering på losseplads til 350 kr. pr. ton, hvilket svarer til 105 kr. for 0,3 ton (tabel 6.1).

Forbrænding repræsenterer en samfundsøkonomisk gevinst på 300 kr. pr. ton, hvilket svarer til 210 kr. for 0,7 ton (tabel 6.1).
Samfundsøkonomisk kan gevinsten pr. ton opgøres til:

Indsamling:	- 2 kr.
Deponering:	- 105 kr.
Forbrænding:	210 kr.
Bortskaffelsesgevinst:	103 kr.

For en enhed svarer dette til en bortskaffelsesgevinst på 14.678 kr.

8.2.6. Vurdering

Energi

Det er muligt at udnytte 22 % af kartonens energiindhold ved forbrænding.

Miljøforhold

Forbrænding af mælkekartoner giver ikke en øget miljøbelastning i forhold til forbrænding af almindelig emballageaffald og dagrenovation.

Miljøbelastningen ved deponering vurderes som beskeden.

Arbejdsmiljøforholdene er ikke vurderet men antages ikke at være kritiske.

Virksomhedsøkonomi

Resultatet af selve behandlingen repræsenterer en nettogevinst vurderet til 47.645 kr. for en enhed kartoner svarende til en årlig nettogevinst på 4,8 mio. kr. for det samlede forbrug. Indsamlingsomkostningerne repræsenterer en udgift på 285 kr. pr. enhed, svarende til 28.500 kr. for det samlede forbrug.

Samfundsøkonomi

Samfundsøkonomisk er gevinsten vurderet til 14.678 kr. for en enhed kartoner, svarende til en årlig gevinst for det samlede forbrug på 1,5 mio. kr.

8.3. Husstandsindsamling sammen med andre fibermaterialer

Ved denne husstandsindsamling indsamles mælkekartoner sammen med almindelig dagrenovation i en fraktion med andre fibermaterialer, sorteres, opballes og transporteres til oparbejdning.

8.3.1. Ressourcer

Vand

Ved alle indsamlingsformerne forudsættes, at kartonerne er påtrykt information om, at de skal skylles let i koldt vand. Det anslås, at forbrugerne i gennemsnit anvender 0,25 liter koldt vand pr. karton. Dette svarer til et koldtvandsforbrug for en enhed kartoner på 1.250 m³.

Dertil kommer et vandforbrug på 12,75 m³ til rengøring af sorteringsanlæg og opbavningsanlæg for en enhed.

Energi

Der anvendes 250 GJ til indsamling af en enhed kartoner fordelt på:

Renovation	15 GJ
Sortering og opbalning	35 GJ
Transport til oparbejdning	200 GJ

Indsamlingsprocent	40%	50%	60%	70%	80%
Vand m ³	505	631	758	884	1.010
Energi GJ	100	125	150	175	200

Tabel 8.1

Ressourceforbrug for en enhed ved husstandsindsamling sammen med andre fibermaterialer afhængig af indsamlingsprocenter.

Hygiejniske krav

8.3.2. Arbejdsmiljø

Fra Veterinærdirektoratet og levnedsmiddelkontrollernes side stilles ikke krav i forbindelse med denne indsamlingsform.

Arbejdsmiljø

Det vurderes, at indsamling under denne form ikke giver anledning til ændrede arbejdsmiljøforhold i forhold til dem der kendes i dag ved almindelig dagrenovation.

Ved sortering og opbalning kan der forventes en øget sundhedsmæssig risiko. Forholdene kan dog ikke vurderes på grund af manglende undersøgelser og anden dokumentation.

8.3.3. Eksternt miljø

Det eksterne miljø belastes ved udledning af skyllevand indeholdende mælkerester, ved emissioner fra sorterings- og opbavningsanlæg samt emissioner fra transport.

Emissionen fra skylning i form af organisk belastet spildevand er vist i tabel 8.2.

Indsamlingsprocent	40%	50%	60%	70%	80%
Vandforbrug m ³	500	625	750	875	1.000
Mælk ton	18	22,5	27	31,5	36
BOD ₅ kg	751	939	1.126	1.314	1.502

Tabel 8.2

Spildevand fra skylning af en enhed ved forskellige indsamlingsprocenter.

Emissionerne fra sortering og opbalning er af forskellig art; men vurderes at udgøre en meget begrænset miljømæssig belastning.

Emissionen fra transport er angivet ud fra et energiforbrug på 215 GJ og er vist i tabel 8.3.

	1 GJ, diesel, vej	Indsamlingsprocent				
		40%	50%	60%	70%	80%
Energiforbrug, GJ	1	86	108	129	151	172
Svovldioxid, kg	0,090	7,74	9,78	11,6	13,6	15,5
Nitrogenoxider, kg	0,516	44,4	55,5	66,6	77,7	88,8
Kuldioxid, kg	74	6.360	7.960	9.550	11.100	12.700

Tabel 8.3

Emissioner for en enhed fra transport fra renovation samt transport til oparbejdning ved indsamling ved forskellige indsamlingsprocenter.

Til sammenligning kan anføres, at der fra transport dækkende karternes hele livscyklus (fra råvareproduktion til trad. bortskaffelse) for en enhed emitteres (Pommer *et al.*, 1991):

Svovldioxid:	340 kg
Kvælstofoxider:	1.951 kg
Kuldioxid:	287.930 kg

Det øgede transportbehov fra indsamling til oparbejdning udgør en meget lille del af det samlede transportbehov og emissionen, og dermed vurderes miljøbelastningen derfor som begrænset.

8.3.4. Virksomhedsøkonomi

Der er taget hensyn til udgifter til dækning af indsamling, transport, sortering og opbalning.

Genanvendelse - procent	40%	50%	60%	70%	80%
- mængde (t)	57,0	71,3	85,5	100,0	114,0
Samlet udgift kr	12.312	15.390	18.468	21.546	24.624

Tabel 8.4

Virksomhedsøkonomiske udgifter for en enhed ved indsamling af kartoner sammen med andre fibermaterialer samt sortering og opbalning.

8.3.5. Samfundsøkonomi

Der er taget hensyn til udgifter til indsamling, transport, sortering og opbalning.

I beregningerne er forudsat, at den mængde der ikke indsamles til genanvendelse, bortskaffes traditionelt (forbrænding 70% og deponering 30%) og gevinsten herved er indregnet i det samlede resultat.

Genanvendelse - procent	40%	50%	60%	70%	80%
- mængde (t)	57,0	71,3	85,5	100,0	114,0
Samlet udgift kr	15.419	19.950	24.482	29.013	33.545

Tabel 8.5

Samfundsøkonomiske udgifter for en enhed ved indsamling af kartoner sammen med andre fibermaterialer samt sortering og opbalning.

8.3.6. Vurdering

Råvarer

Den væsentligste råvare, der anvendes, er vand til skylning af kartoner. Skylles det totale antal kartoner, der årligt anvendes til sød-, let- og skummetmælk, svarer det til et årligt vandforbrug for ca. 35 personer.

Energi

Der anvendes 250 GJ til behandling af en enhed. 80% af denne energimængde stammer fra forbrug af diesel til transport til oparbejdningsstedet.

Miljøforhold

Der stilles ingen hygiejniske krav til denne indsamlingsform. Ved sortering og opbalning kan der forventes en øget sundhedsmæssig risiko; forholdene kan dog ikke vurderes.

Det eksterne miljø belastes ved udledning af skyllevand indeholdende mælkerester. Da skylning af en enhed medfører en udledning af organisk belastet spildevand svarende til ca. 100 personer vurderes dette som mindre betydende.

Transporten med diesel som brændstof, medfører emissioner hovedsageligt af svovldioxid, kvælstofoxider og kuldioxid. Miljøbelastningen vurderes som begrænset.

Virksomhedsøkonomi

Den samlede udgift stiger i takt med indsamlingsprocenten og ligger på mellem 12.000 kr. og 25.000 kr. for en enhed. Dette svarer på landsplan til en udgift på 1,2 til 2,5 mio. kr. årligt.

Samfundsøkonomi

Udgiften for indsamling af en enhed ligger på 15.000 til 34.000 kr. afhængig af indsamlingsprocenten. Dette svarer på landsplan til en udgift på 1,5 til 3,4 mio. kr.

8.4. Husstandsindsamlinger sammen med glas/flasker

Ved denne indsamlingsform indsamles mælkekartoner sammen med almindelig dagrenovation i en fraktion med flasker. På flaskesorteringsanlægget frasorteres kartonerne, køres til opbalning og endelig transporteres disse til oparbejdning.

8.4.1. Ressourcer

Vand

Som ved øvrige indsamlingsformer forudsættes en skylning af kartoner, hvortil det årlige vandforbrug er sat til 1.250 m³ for en enhed.

Vand til rengøring af sorteringsudstyr er som ved indsamling af kartoner sammen med andre fibermaterialer, afsnit 8.3.1.

Der anvendes 265 GJ til indsamling af en enhed fordelt på:

Renovation	15 GJ
Sortering	24 GJ
Mellemtransport	15 GJ
Opbalning	11 GJ
Transport til oparbejdning	200 GJ

Indsamlings- procent		40%	50%	60%	70%	80%
Vand m ³		505	631	758	884	1.010
Energi GJ		106	133	159	186	212

Tabel 8.6

Ressourceforbrug ved husstandsindsamling sammen med flasker afhængig af indsamlingsprocenter.

8.4.2. Arbejdsmiljø

Det vil være de samme forhold som ved husstandsindsamling af kartoner sammen med andre fibermaterialer, - se afsnit 8.3.2.

8.4.3. Eksternt miljø

Det vil være de samme forhold som ved husstandsindsamling af kartoner sammen med andre fibermaterialer, - se afsnit 8.3.3.

8.4.4. Virksomhedsøkonomi

Der er taget hensyn til udgifter og investering til dækning af indsamling, transport, sortering og opbalning.

Genanven- delse - procent	40%	50%	60%	70%	80%
- mængde (t)	57,0	71,3	85,5	100,0	114,0
Samlet udgift kr	23.655	29.569	35.483	41.396	47.310

Tabel 8.7

Virksomhedsøkonomiske udgifter ved indsamling af kartoner sammen med glas samt sortering, mellemtransport og opbalning.

8.4.5. Samfundsøkonomi

Der er taget hensyn til udgifter til dækning af indsamling, transport, sortering og opbalning.

I beregningerne er det forudsat, at den mængde, som ikke indsamles, bortskaffes ved forbrænding (70%) og deponering (30%), og gevinsten herved er indregnet i det samlede resultat.

Genanvendelse - procent	40%	50%	60%	70%	80%
- mængde (t)	57,0	71,3	85,5	100,0	114,0
Samlet udgift kr.	28.415	35.696	42.950	50.160	57.371

Tabel 8.8

Samfundsøkonomiske udgifter ved indsamling af kartoner sammen med glas samt sortering, mellemtransport og opbalning.

8.4.6. Vurdering

Råvarer

Den væsentligste råvare, der anvendes, er vand til skylning af kartoner. Skyllles det totale antal kartoner, der årligt anvendes til sød-, let- og skummetmælk, svarer det til et årligt vandforbrug for ca. 35 personer.

Energi

Der anvendes 265 GJ til behandling af en enhed. Godt 85% af denne energimængde stammer fra forbrug af diesel til transport, primært til oparbejdningsstedet.

Miljøforhold

Der stilles ingen hygiejniske krav til denne indsamlingsform. Ved sortering og opbalning kan der forventes en øget sundhedsmæssig risiko; forholdene kan dog ikke vurderes.

Det eksterne miljø belastes ved udledning af skyllevand indeholdende mælkerester. Da skylning af en enhed medfører en udledning af organisk belastet spildevand svarende til ca. 100 personer vurderes dette som mindre betydende.

Transporten med diesel som brændstof, medfører emissioner hovedsageligt af svovldioxid, kvælstofoxider og kuldioxid. Miljøbelastningen vurderes som begrænset.

Virksomhedsøkonomi

Den samlede udgift stiger i takt med indsamlingsprocenten og ligger på mellem 24.000 kr. og 47.000 kr. for en enhed. Dette svarer på landsplan til en udgift på 2,4 til 4,7 mio. kr. årligt.

Samfundsøkonomi

Den samlede udgift afhænger af indsamlingsprocenten og ligger på mellem 28.000 og 57.000 kr. Dette svarer på landsplan til en udgift på 2,8 til 5,7 mio. kr.

8.5. Husstandsindsamlinger med kildesortering

Ved denne indsamlingsform indsamles kartonerne i en fraktion, der afhentes sammen med øvrige fraktioner. Efter indsamling opballes kartonerne og transporteres til oparbejdning.

8.5.1. Ressourcer

Som ved øvrige indsamlingsformer forudsættes en skylning af kartoner, hvortil det årlige vandforbrug er sat til 1.250 m³ for en enhed.

Vand til rengøring af opbaltungsudstyr er sat til 4,25 m³.

Energi

Der anvendes 226 GJ til indsamling af en enhed fordelt på:

Renovation	15 GJ
Opbalning	11 GJ
Transport til oparbejdning	200 GJ

Indsamlingsprocent	40%	50%	60%	70%	80%
Vand m ³	502	627	753	878	1.003
Energi GJ	90	113	136	158	181

Tabel 8.8

Ressourceforbrug ved husstandsindsamling med kildesortering afhængig af indsamlingsprocenter.

8.5.2. Arbejdsmiljø

Hygiejniske krav

Fra Veterinærdirektoratet og levnedsmiddelkontrollernes side stilles ikke krav i forbindelse med denne indsamlingsform.

Arbejdsmiljø

Det vurderes, at indsamling under denne form ikke giver anledning til ændrede arbejdsmiljøforhold end dem, der kendes i dag ved almindelig dagrenovation.

Ved opbalning kan der forventes en øget sundhedsmæssig risiko. Forholdene kan dog ikke vurderes på grund af manglende undersøgelser og anden dokumentation.

8.5.3. Eksternt miljø

Det vil være de samme forhold som ved husstandsindsamling af kartoner sammen med andre fibermaterialer - se afsnit 8.3.3.

8.5.4. Virksomhedsøkonomi

Der er taget hensyn til udgifter til dækning af indsamling, transport, og opbalning. Det skal bemærkes, at udgifterne til indsamling af 1 ton afhænger af indsamlingsprocenten.

Genanvendelse - procent	40%	50%	60%	70%	80%
- mængde (t)	57,0	71,3	85,5	100,0	114,0
Samlet udgift kr.	1.307.124	1.311.492	1.313.964	1.320.700	1.320.804

Tabel 8.9

Virksomhedsøkonomiske udgifter ved indsamling af kartoner ved kildesortering og opbalning.

8.5.5. Samfundsøkonomi

De samfundsøkonomiske forhold vurderes at ligge på linie med de virksomhedsøkonomiske, d.v.s. at tabet bliver over 1 mio. kr. ved indsamling af en enhed.

8.5.6. Vurdering

Råvarer

Den væsentligste råvare, der anvendes, er vand til skylning af kartoner. Skyllens totale antal kartoner, der årligt anvendes til sød-, let- og skummetmælk, svarer det til et årligt vandforbrug for ca. 35 personer.

Energi

Der anvendes 226 GJ til behandling af 142,5 ton kartoner. Godt 95 % af denne energimængde stammer fra forbrug af diesel til transport, primært til oparbejdningsstedet.

Miljøforhold

Der stilles ingen hygiejniske krav til denne indsamlingsform. Ved opbalning kan der forventes en øget sundhedsmæssig risiko; forholdene kan dog ikke vurderes.

Det eksterne miljø belastes ved udledning af skyllevand indeholdende mælkerester. Da skylning af en enhed medfører en udledning af organisk belastet spildevand svarende til ca. 100 personer, vurderes dette som mindre betydende.

Transporten med diesel som brændstof, medfører emissioner hovedsageligt af svovldioxid, kvælstofoxider og kuldioxid. Miljøbelastningen vurderes som begrænset.

Virksomhedsøkonomi

Ved denne indsamlingsform er der en betydelig økonomisk udgift. Udgiften er størst ved lave indsamlingsprocenter på grund af udgifterne til indsamling i kassette (incl. forrentning og afskrivning).

Udgifterne ligger på omkring 1,3 mio. kr. for en enhed pr. år. Dette svarer til en udgift på landsplan på omkring 130 mio. kr. årligt.

Samfundsøkonomi

De samfundsøkonomiske forhold er vurderet som de virksomhedsøkonomiske.

8.6. Containerindsamlinger

Ved denne indsamlingsform opstilles containere med en tæthed på 1 container pr. 500 husstande. Containerne tømmes, kartonerne opballes og transporteres til oparbejdning. Containerne rengøres med mellemrum.

8.6.1. Ressourcer

Vand

Som ved øvrige indsamlingsformer forudsættes en skylning af kartoner, hvortil det årlige vandforbrug er sat til 1.250 m³ for en enhed.

Vand til rengøring af containere og opbalningsudstyr er sat til 7 m³.

Energi

Der anvendes 229 GJ til indsamling af en enhed fordelt på:

Renovation	18 GJ
Opbalning	11 GJ
Transport til oparbejdning	200 GJ

Indsamlingsprocent	40%	50%	60%	70%	80%
Vand m ³	503	629	754	880	1.006
Energi GJ	92	115	137	160	183

Tabel 8.10

Ressourceforbrug ved containerindsamling afhængig af indsamlingsprocenter.

Hygiejniske krav

8.6.2. Arbejds miljø

Fra Veterinærdirektoratet og levnedsmiddelkontrollernes side stilles ikke krav i forbindelse med denne indsamlingsform.

Det vurderes, at indsamling under denne form ikke giver anledning til ændrede arbejdsmiljøforhold end dem, der kendes i dag ved almindelig dagrenovation.

Ved opbalning kan der forventes en øget sundhedsmæssig risiko. Forholdene kan dog ikke vurderes på grund af manglende undersøgelser og anden dokumentation.

8.6.3. Eksternt miljø

Det vil være de samme forhold som ved husstandsindsamling af kartoner sammen med andre fibermaterialer - se afsnit 8.3.3.

8.6.4. Virksomhedsøkonomi

Der er taget hensyn til udgifter til dækning af indsamling og opbalning.

Genanvendelse - procent	40%	50%	60%	70%	80%
- mængde (t)	57,0	71,3	85,5	100,0	114,0
Samlet udgift kr	79.686	99.677	119.529	139.800	159.372

Tabel 8.11

Virksomhedsøkonomiske udgifter ved containerindsamling af kartoner og opbalning.

8.6.5. Samfundsøkonomi

Der er taget hensyn til udgift til dækning af indsamling og opbalning.

I beregningerne er det forudsat, at den mængde, der ikke indsamles, bortskaffes ved forbrænding (70%) og deponering (30%), og gevinsten herved er indregnet i det samlede resultat.

Genanvendelse - procent	40%	50%	60%	70%	80%
- mængde (t)	57,0	71,3	85,5	100,0	114,0
Samlet udgift kr	106.220	112.789	118.703	125.172	131.243

Tabel 8.12

Samfundsøkonomiske udgifter ved containerindsamling af kartoner og opbalning.

8.6.6. Vurdering

Råvarer

Den væsentligste råvare, der anvendes, er vand til skylning af kartoner. Skyllles det totale antal kartoner, der årligt anvendes til sød-, let- og skummetmælk, svarer det til et årligt vandforbrug for ca. 35 personer.

Energi

Der anvendes 229 GJ til behandling af en enhed. Godt 95 % af denne energimængde stammer fra forbrug af diesel til transport, primært til oparbejdningsstedet.

Miljøforhold

Der stilles ingen hygiejniske krav til denne indsamlingsform. Ved opbalning kan der forventes en øget sundhedsmæssig risiko; forholdene kan dog ikke vurderes.

Det eksterne miljø belastes ved udledning af skyllevand indeholdende mælkerester. Da skylning af 142,5 ton mælkekartoner medfører en udledning af organisk belastet spildevand svarende til ca. 100 personer, vurderes dette som mindre betydende.

Transporten med diesel som brændstof, medfører emissioner hovedsageligt af svovldioxid, kvælstofoxider og kuldioxid. Miljøbelastningen vurderes som begrænset.

Virksomhedsøkonomi

Den samlede udgift stiger i takt med indsamlingsprocenten og ligger mellem 80.000 kr. og 160.000 kr. Dette svarer på landsplan til en udgift på 8 til 16 mio. kr. årligt.

Samfundsøkonomi

Udgiften for indsamling af en enhed ligger på 106.000 kr. til 131.000 kr. Dette svarer på landsplan til 10,6 til 13,1 mio. kr.

8.7. Pantsystem

Ved et pantsystem afleveres kartonerne til udsalgsstedet, og man får udbetalt panten. Modtagelsen på udsalgsstedet kan ske automatisk eller manuelt. Efter modtagelse samles kartonerne og transporteres til opbalning, hvorefter de sendes til oparbejdning.

8.7.1. Ressourcer

Vand

Som ved øvrige indsamlingsformer forudsættes en skylning af kartoner, hvortil det årlige vandforbrug er sat til 1.250 m³ for en enhed.

Til rengøring i forbindelse med modtagelse forbruges 142,5 m³ vand samt 142,5 liter rengøringsmiddel. Dertil kommer et vandforbrug på 4,25 m³ til rengøring af opbningsudstyr.

Det samlede vandforbrug udgør 1.397 m³.

Energi

Der anvendes 414 GJ til indsamling af en enhed fordelt på:

Modtagelse	188 GJ
Mellemtransport	15 GJ
Opbalning	11 GJ
Transport til oparbejdning	200 GJ

Indsamlings- procent		40%	50%	60%	70%	80%
Vand	m3	559	699	838	978	1.118
Energi	GJ	184	230	276	322	368

Tabel 8.13

Ressourceforbrug ved pantsystem afhængig af indsamlingsprocenter.

Veterinære krav

8.7.2. Hygiejne og arbejdsmiljø

Det må forventes, at levnedsmiddelkontrollen skal godkende det enkelte udsalgssted til modtagelse og opbevaring af kasserede mælkekartoner. Det forventes at 50 - 70 % af udsalgsstederne vil kunne opnå en sådan godkendelse.

Arbejdsmiljø

Det vurderes, at der kan opstå hygiejniske arbejdsmiljøproblemer i butikkerne, mens det vurderes, at indsamling under denne form ikke giver anledning til ændrede arbejdsmiljøforhold end dem, der kendes i dag ved almindelig dagrenovation.

Ved opbalning kan der forventes en øget sundhedsmæssig risiko. Forholdene kan dog ikke vurderes på grund af manglende undersøgelser og anden dokumentation.

8.7.3. Eksternt miljø

Det eksterne miljø belastes, dels med udledning af skyllevand, dels ved afløbsvand fra rengøring, ved emissioner fra ventilation og opbalningsanlæg samt emissioner fra transport.

Udledning af skyllevand er behandlet i afsnit 8.3.3 og anses for at medføre en begrænset miljøbelastning. Afløbsvand fra rengøring anses ligeledes at medføre en begrænset miljøbelastning.

Emissioner fra el-forbrug ved ventilation er vurderet, men anses ikke for at medføre en væsentlig miljøbelastning. Emissionerne fra opbalningsanlæg og transport er behandlet i afsnit 8.3.3. og anses for at medføre en begrænset miljøbelastning.

8.7.4. Virksomhedsøkonomi

Der er forudsat en pant på 50 øre, hvoraf de 41 øre (excl. moms på 22 %) kommer til udbetaling ved aflevering af kartonerne. Der er ligeledes fastsat en godtgørelse på i alt 24 øre pr. karton til forretninger, indsamling/opbalning samt administration.

Den fastsatte pantstørrelse er ikke realistisk ved høje genanvendelsesprocenter, da pantstørrelsen skal være højere for at opnå højere genanvendelsesprocenter. Derfor er det økonomiske resultat kun gengivet for genanvendelsesprocenterne 40, 50 og 60.

Genanvendelse - procent	40%	50%	60%
- mængde (t)	57,0	71,3	85,5
Samlet gevinst kr	750.003	424.582	100.004

Tabel 8.14

Virksomhedsøkonomiske forhold ved indsamling via pantsystem for kartoner samt opbalning.

8.7.5. Samfundsøkonomiske vurderinger

Administration af pantsystemet er et samfundsøkonomisk ressourceforbrug og udgør derfor en omkostning. Dertil kommer udgifter til skylning, opbalning og transport.

Det vurderes, at underskuddet ved denne indsamlingsform vil blive mange gange større end ved containerindsamlingsform. Indsamlingsformen anses derfor ikke for realistisk, og de samfundsøkonomiske forhold er derfor ikke beregnet.

8.7.6. Vurdering

Råvarer

Den væsentligste råvare, der anvendes, er vand til skylning af kartoner. Skyllens det totale antal kartoner, der årligt anvendes til sød-, let- og skummetmælk, svarer det til et årligt vandforbrug for ca. 35 personer.

Energi

Der anvendes 414 GJ til behandling af en enhed. Omkring 50% af denne energimængde stammer fra forbrug af diesel til transport, primært til oparbejdningsstedet. Det øvrige energiforbrug er hovedsagelig el til ventilation.

Miljøforhold

Det må forventes, at levnedsmiddelkontrollen skal godkende det enkelte udsalgssted til modtagelse og opbevaring; 50-70% af de i dag eksisterende udsalgssteder forventes at opnå godkendelse.

Ved opbalning kan der forventes en øget sundhedsmæssig risiko; forholdene kan dog ikke vurderes.

Det eksterne miljø belastes ved udledning af skyllevand indeholdende mælkerester. Da skylning af en enhed medfører en udledning af organisk belastet spildevand svarende til ca. 100 personer, vurderes dette som mindre betydende.

Emissionerne fra el-forbrug anses ikke at medføre en væsentlig miljøbelastning.

Transporten med diesel som brændstof, medfører emissioner hovedsageligt af svovldioxid, kvælstofoxider og kuldioxid. Miljøbelastningen vurderes som begrænset.

Virksomhedsøkonomi

De virksomhedsøkonomiske forhold vil være meget afhængige af hvilken pantstørrelse, der vælges, og hvilken returprocent, der kan opnås. Ved en pantbeløb på 50 øre kan der opnås et positivt resultat ved returprocenter op til 60.

Samfundsøkonomi

Det vurderes, at denne indsamlingsform vil give et betragteligt underskud, - større end nogle af de andre indsamlingsformer.

8.8. Oparbejdning og anvendelse

Det har ikke været muligt at foretage en egentlig vurdering af oparbejdning og anvendelse, da der i dag ikke foregår en oparbejdning af mælkekartoner, men kun af konverteringsaffald og andre returmaterialer.

Der er udført pilotforsøg med oparbejdning af kasserede kartoner til mælk og juice hos Fiskeby AB (Sverige) Strepp GmbH & Co. KG (Tyskland) og Keyes Norway A/S, men der eksisterer kun sparsomme data fra disse forsøg. Forsøgene har dog vist, at det teknisk kan lade sig gøre, at det oparbejdede materiale i form af karton, tissue og støbepap kan anvendes.

Det har på grund af manglende data ikke været muligt at udføre en økonomisk vurdering af oparbejdning af kartoner. Det skal dog bemærkes, at Fiskeby, som udelukkende anvender returmaterialer som råvare, drives på privatøkonomisk basis.

I det efterfølgende resumeres de ressourcemæssige, de arbejdsmiljømæssige og de miljømæssige forhold omkring oparbejdning.

8.8.1. Ressourcer

Råvareforbrug

Ved oparbejdning af konverteringsaffald hos Fiskeby anvendes omkring 1,05 ton råvare til produktion af 1 ton færdigvare. Oplysninger fra Strepp viser, at der anvendes 1,3-1,4 ton pr. ton færdigvare. Til produktion af karton ud fra træ anvendes ca. 2 ton træ til produktion af 1 ton færdigvare. Råvareforbruget ved oparbejdning af konverteringsaffald er således væsentligt lavere end ved fremstilling ud fra træ.

Vandforbrug

Vandforbruget er betydeligt lavere ved oparbejdning af konverteringsaffald end ved fremstilling af karton ud fra træ. Vandforbruget udgør kun 20-26% af, hvad der anvendes i en relativ ny kartonproduktion.

Hjælpesoffer

Oplysninger omkring anvendelse af kemikalier er ikke fyldestgørende. Dog kan det ses, at mængden af anvendte kemikalier hos Fiskeby er væsentligt lavere end ved almindelig kartonproduktion.

Energi

Til oparbejdning og kartonproduktion anvender Fiskeby 6,9 GJ baseret på olie og el. Til oparbejdning og tissue-produktion anvendes 4,3 GJ hos Strepp. Til almindelig oparbejdning og kartonfremstilling anvendes ca. 40 GJ, hvoraf de 5-6 GJ er ekstern energi i form af olie og el. Den resterende del kommer fra træflis, bark og produktionsaffald. Vurderes kun det energiforbrug, der anvendes i form af el og olie, er der ikke væsentlig forskel i energiforbruget.

8.8.2. Arbejdsmiljø

Oparbejdningen foregår i princippet under vand, og det skønnes, at arbejdsmiljøproblemerne forbundet med processen vil være begrænsede. Detaljer omkring processen er dog ikke kendt, hvorfor en nærmere vurdering af forholdene ikke kan foretages.

Ved foreløbige pilotforsøg har man konstateret lugtgener ved "udpakning af ballerne". Dette kan evt. afhjælpes ved, at udpakning først sker i pulperen.

Øvrige arbejdsmiljøforhold vil ikke adskille sig fra anden papirproduktion.

Det fraserterede polyethylenaffald skal på en eller anden måde tørres, således at det bliver muligt at transportere dette videre enten til genanvendelse, til forbrænding eller til losseplads. Ved håndteringen af dette affald bør man træffe forholdsregler for at undgå eller begrænse udvikling af støv.

8.8.3. Miljø

Ved kartonproduktion er det primært udledning af organisk belastet spildevand, der medfører miljøbelastningen.

Ved sammenligning af Fiskebys udledning med andre kartonproduktioner vurderes det:

- at indholdet af organisk materiale er lavere ved fremstilling af ubleget karton end ved fremstilling af bleget karton og
- at den samlede udledning af organiske materialer ikke er højere ved oparbejdning af konverteringsaffald; den del af den organiske belastning, der er letnedbrydelig, er dog formentlig større ved oparbejdning af konverteringsaffald end ved traditionel kartonproduktion.

Effekten af disse udledninger er vanskelige at vurdere. BOD-indholdet i spildevandet fra Fiskeby svarer dog til BOD-indholdet i husspildevand.

Der sker en begrænset udledning fra Fiskeby af organiske chlorforbindelser, stammende fra oparbejdning af bleget karton. Effekten af udledning af disse stoffer kan ikke vurderes.

Dertil kommer, at det ikke vides, om eventuelle hjælpestoffer, der anvendes hos Fiskeby, er toksiske eller tungmetalbrydelige.

Det har ikke været muligt at vurdere emissioner til luft på grund af utilstrækkelige oplysninger.

På grundlag af oplysninger om rejktets størrelse ved kartonproduktion hos Fiskeby vurderes det, at der fremkommer affald, hovedsageligt indeholdende polyethylen og evt. aluminium, i en mængde svarende til 125-200 kg pr. ton oparbejdet materiale.

Sammenfattende kan det vurderes, at kartonproduktion ud fra konverteringsaffald ikke er mere miljøbelastende end kartonproduktion ud fra træ, når emissioner til vand vurderes.

8.8.4 Økonomi

I dag aftages brugte kartoner i USA til en pris på 140-160 \$ pr. ton, og hos Fiskeby AB vurderer man, at prisen vil ligge omkring 1.300 kr. pr. ton.

Der er dog stor sandsynlighed for, at prisniveauet på ca. 10 DM pr. ton, som er fremherskende i Tyskland primo 1992, vil slå igennem.

Med en transportomkostning på 220 kr. pr. ton til hhv. Sverige og Tyskland, hvor en reel afsætningsmulighed findes, vil der være et negativt resultat på mere end 100 kr. pr. ton kartoner, som sendes til oparbejdning.

8.9. Vurdering af forudsætninger

Introduktion

I dette afsnit vurderes de forudsætninger, der er opstillet om fremtiden og de i fremtiden tænkte systemer. Det drejer sig om

- fordelingen mellem forbrænding og deponi,
- de flerstrengede indsamlingssystemer, mælkekartonerne forudsættes at skulle indgå i,
- skyllingen af kartonerne og renheden af kartonfraktionen, d.v.s. andelen af fremmede emner, især kartoner til surmælksprodukter,
- afsætningsprisen for brugte mælkekartoner.

Forbrænding/deponi

Grundforudsætningen i de foretagne vurderinger er som bekendt, at 70% af dagrenovationen brændes og 30% deponeres - akkurat som fordelingen er i dag. Den forøgelse af forbrændingsandelen, som vil være en følge af den planlagte udbygning af kraft-/varmeproduktionen, baseret på affaldsforbrænding, vil frem mod 1995 formodentlig nærme sig fordelingen 100/0.

Om man når så vidt, at intet dagrenovation går på deponi, er svært at sige, og da det af de foretagne vurderinger med fordelingerne hhv. 70/30 - 80/20 - 90/10 og 100/0 i tabel 5.8 fremgår, at det ikke har den store betydning, hvor stor forbrændingsandelen er, foretages der ikke yderligere vurderinger vedr. denne forudsætning.

Indsamlingssystemer

På baggrund af den i Tyskland vedtagne tilbagetagningspligt og indførelse af Duales System Deutschland, har Miljøstyrelsen udarbejdet en redegørelse herom, dateret den 13/12-1991. (Miljøstyrelsens redegørelse vedr. tilbagetagningspligt og produktansvar for emballageaffald).

Redegørelsen og Miljøstyrelsens syn på håndtering af emballageaffald blev præsenteret på en Dakofa-dag den 17/2-92 af vice-direktør i Miljøstyrelsen, Hans Henrik Christensen. Heraf fremgik, at Miljøstyrelsen anser en udbygning af de eksisterende kommunale renovationsordninger som den bedste måde at få genanvendelsesegnede materialer og emballager indsamlet på, når målet på 50% genanvendelse skal nås i år 2000.

På samme Dakofa-dag gav næstformanden i Kommunernes Landsforenings udvalg for Teknik og Miljø, borgmester Ernst Ellgaard, Værløse kommune, udtryk for, at en udvidelse af returneringen af genanvendelsesegnede materialer og emballager skal ske gennem en udbygning af de velfungerende kommunale renovationsordninger.

De næsten sammenfaldende systemer blev også begrundet med, at man derigennem bedre kunne sikre arbejdsmiljøet for de folk, som kommer til at arbejde med/håndtere de brugte emballager. Da der, som bekendt, er et mål på 50% genanvendelse i år 2000, og der samtidig vil være et politisk pres mod emballageforbruget, herunder såvel mælke- som juicekartoner, vil det ikke være urealistisk at forestille sig, at der landet over indføres forskellige udgaver af flerstrengede indsamlingssystemer.

Der kan være tale om såvel hente- som bringesystemer, og sidstnævnte er i forbindelse med de lovpligtige indsamlinger af genanvendelige materialer og produkter fra private husholdninger indført i stort set hele landet.

Dog fordrer det opstillede genanvendelsesmål betydelig effektivisering af de allerede etablerede bringeordninger, som indtil videre kun omfatter aviser/ugeblade og glas/flasker, hvor sidstnævnte fraktion i lighed med en husstandsindsamlet glas/flaske-fraktion også kunne rumme mælkekartoner (og juicekartoner).

Alt i alt skønnes der i løbet af de næste 5-7 år etableret indsamlings-systemer, hvori mælkekartoner og juicekartoner kan indgå uden de store ekstraomkostninger.

Skylning m.m.

Der er som udgangspunkt forudsat, at der kun indsamles kartoner af sød-, let- og skummetmælk, samt at kartoner skylles let efter brugen i husholdningerne. Med henvisning til erfaringer fra andre genanvendelsessystemer kan det med sikkerhed siges, at ikke alle kartoner vil blive skyllet, og at også kartoner til andre produkter f.eks. surmælk og juice vil blive placeret i indsamlingssystemet.

Alt efter bl.a. informationsgrad og boligtype kan man opnå en "renhed" på ca. 85 % til ca. 97 %, men afvigelse herfra ses også. Hvilken indflydelse, disse fejl vil få på arbejdsmiljøet, er det med henvisning til kapitel 4 ikke til at afgøre.

8.10. Sammenfatning

I det følgende foretages en sammenstilling med hensyn til

- ressourceforbrug,
- hygiejne og arbejdsmiljøforhold,
- virksomhedsøkonomi,
- samfundsøkonomi og
- miljøforhold

Teknisk muligt

Indledningsvis kan det konkluderes at indsamling, oparbejdning og anvendelse af kasserede mælkekartoner er teknisk muligt, men eksisterer ikke i dag.

Sammenligning

Sammenlignet med den traditionelle bortskaffelse og nyfremstilling af papir/karton vil forholdene for sådan en genanvendelse med udgangspunkt i de i afsnit 8.1.2. opstillede forudsætninger overordnet betragtet være som følger:

- Forbruget af ekstern energi (olie, kul, vandkraft m.m.) er stort set det samme ved oparbejdning som ved nyfremstilling af papir/karton. Til nyfremstilling medgår herudover energi fra spildprodukter ved bearbejdning af træmassen samt energien indeholdt i det færdigt produkt. Samlet er energiforbruget ved oparbejdning kun 10-15 % af energiforbruget ved nyfremstilling.
- Der er ingen nævneværdig forskel i miljøbelastningerne ved emissioner ved nyfremstilling og oparbejdning, og der er ingen nævneværdig forskel i miljøbelastningerne ved emissioner ved forbrænding af dagrenovation med eller uden indhold af mælkekartoner.

- Ved manuel håndtering/sortering af brugte mælkekartoner er der risiko for, at der kan opstå specielt mikrobiologiske arbejdsmiljøproblemer. Dette er dog ikke belyst godt nok til at kunne vurderes.

Økonomisk er omkostningerne ved indsamling af mælkekartoner til traditionel bortskaffelse stort set neutrale, mens husstandsindsamling til genanvendelse koster 2-400 kr. pr. ton.

Når hertil lægges transportomkostninger til oparbejdning på over 200 kr. pr. ton vil, vil det kræve en privatøkonomisk afsætningspris på 5-600 kr. pr. ton, før der opnås rentabilitet, og det synes ikke realistisk.

Samfundsøkonomisk betragtet skal gevinsten ved varmeudnyttelse ved forbrænding medregnes, og herved nærmer den kritiske afsætningspris sig 8-900 kr. pr. ton.

I det følgende er resumeret detaljerne, der ligger til grund for den overordnede sammenligning.

8.10.1. Ressourceforbrug

Ressourceforbruget ved traditionel bortskaffelse sammenlignes med de forskellige indsamlingssystemer med henblik på oparbejdning og med fremstilling af papir/karton på traditionel vis ud fra træ.

Ved sammenligningerne er taget udgangspunkt i 5 mio. kartoner, svarende til 142,5 ton lig 1 enhed.

Traditionel bortskaffelse

Ved traditionel bortskaffelse sker en energiudvikling ved forbrænding på 1.439 GJ pr. enhed. Der er ikke noget ressourceforbrug i øvrigt.

Indsamling

Ved de forskellige indsamlingssystemer medgår der vand til skylning og rengøring samt energi til drift og transport.

I tabel 8.19 og 8.20 er vist en oversigt over råvareforbrug og energiforbrug ved bortskaffelse og ved genanvendelse.

5 mio. kasserede mælkekartoner - Råvareforbrug

Indsamling						
med dagrenovation	med fibermaterialer	med glas	kildesorteret	containerinds.	pantsystem	
Ingen	skyllevand rengøring Vand ialt	1.250 m³ 12,75 m³ 1.268 m³	skyllevand rengøring Vand ialt	1.250 m³ 4,25 m³ 1.254 m³	skyllevand rengøring Vand ialt rengørings- middel	1.250 m³ 4,25 m³ 1.254 m³ 142,5 l
Behandling						
Forbrænding	Oparbejdning (fremstilling af karton)					
Ingen	Kasserede mælkekartoner					
*	Vandforbrug					
	Hjælpestoffer					
	- pulpningskemikalier					
	- andre kemikalier, afhænger af produktionsforhold og det ønskede produkt					
	Resultat: karton-, tissue eller andet oparbejdet produkt					
	142,5 ton					
	2.850 m³					
	1,5 - 2 ton					
	???					
	110-120 ton					
Anvendelse (fremstilling af færdige produkter)						
	Produktafhængig					
	- evt. trykfarve, lim og andet (ikke afklaret)					

Tabel 8.19

Oversigt over råvareforbrug ved bortskaffelse og genanvendelse af mælkekartoner.

* Som balance til det genanvendte karton kræves nyfremstilling af en tilsvarende mængde karton. Med hensyn til råvareforbrug hertil henvises til afsnit 7.9.1 og Pommer *et al.*, Miljørapport nr. 168.

5 mio. kasserede mælkekartoner - Energiforbrug						
Indsamling						
med dagrenovation	med fibermaterialer	med glas	kildesorteret	containerinds.	pantsystem	
Transport 3,1 GJ	transport 215 GJ	transport 230 GJ	transport 215 GJ	transport 218 GJ	transport 215 GJ	
	sortering/ 35 GJ	sortering/ 35 GJ	opbalning 11 GJ	opbalning 11 GJ	modtagelse/ 245 GJ	
Ialt 3 GJ	Ialt 250 GJ	Ialt 265 GJ	Ialt 226 GJ	Ialt 229 GJ	opbalning 460 GJ	
Behandling						
Forbrænding	Oparbejdning (fremstilling af karton)					
Energiudvikling 1.439 GJ	Energiforbrug pr ton 7 GJ.					
Ialt	Samlet energiforbrug					
	983 GJ					
*	Anvendelse (fremstilling af færdige produkter)					
	Energiforbrug ????					
	Samlet energiforbrug					
	????					

Tabel 8.20
Energiforbrug ved bortskaffelse og genanvendelse af mælkekartoner

* Som balance til det genanvendte karton kræves nyfremstilling af en tilsvarende mængde karton. Med hensyn til energiforbrug hertil henvises til afsnit 7.9.2 og Pommer *et al.*, Miljørapport nr. 168.

Vurdering

Ressourceforbruget ved pantsystemer er større end for de øvrige indsamlingsordninger.

Ved traditionel bortskaffelse udvikles 1.439 GJ. Ved indsamling og oparbejdning forbruges en energimængde af samme størrelsesorden.

Råvaren træ er en fornyelig ressource. Ved oparbejdningen anvendes dog mindre råvare end ved traditionel kartonproduktion.

Ved oparbejdningen anvendes halvt så stor en kemikaliemængde til pulpning af konverteringsaffald som til pulpning af træ. Det øvrige kemikalieforbrug kan ikke vurderes.

Der anvendes 3 gange mindre vand til oparbejdning af konverteringsaffald, end der anvendes til traditionel kartonproduktion.

Der anvendes omkring 20% energi til oparbejdning af konverteringsaffald i forhold til traditionel kartonproduktion. Forbruget af ekstern energi i form af el og olie er dog af samme størrelse.

Ved oparbejdningen fremkommer et kartonprodukt, hvis "ressourceværdi" ikke kvalitetsmæssigt kan sidestilles med ny karton, men som alligevel må tillægges en værdi.

Konklusion

Ressourcemæssigt er det fornuftigt at oparbejde kasserede mælkekartoner, idet det antages, at det oparbejdede materiale kan anvendes som carriers, tissue-produkter og støbepap-produkter; dog med visse begrænsninger som f.eks. emballage til fødevarer.

Ressourceforbruget ved indsamling er stort set det samme for de vurderede systemer med undtagelse af pantsystemet, hvor det er lidt større.

Traditionel bortskaffelse

8.10.2. Hygiejne og arbejdsmiljøforhold

Arbejdsmiljøforholdene ved traditionel bortskaffelse er ikke vurderet.

Indsamling

Ved vurderingen er forudsat, at forbrugeren skyller kartonen efter brug, og at der kun indsamles kartoner anvendt til sød-, let- og skummetmælk.

De væsentligste problemer skønnes at være af mikrobiel art. Disse vurderes især at kunne forekomme, hvor der skal ske en manuel håndtering/sortering af mælkekartonerne eller andre fibermaterialer, de måtte være indsamlet med.

Hvis man indsamler kartonerne via et pantsystem i detaillerede, skal man være opmærksom på de hygiejniske krav til indretning m.v. Der skal ligeledes gøres opmærksom på, at ikke alle butikker, der i dag forhandler mælk, kan godkendes til at modtage kasserede mælkekartoner.

En endelig afklaring af de arbejdsmiljømæssige forhold kan først ske ved forsøg, hvor de mikrobielle forhold undersøges nærmere.

Oparbejdning

Oparbejdningen foregår under vand, og det skønnes, at arbejdsmiljøproblemerne forbundet med processen vil være begrænsede. Detaljer omkring processen er dog ikke kendt, hvorfor en nærmere vurdering af forholdene ikke kan foretages.

Ved foreløbige pilotforsøg har man konstateret lugtgener ved "udpakning af ballerne". Dette kan evt. afhjælpes ved, at udpakning første sker i pulperen.

Øvrige arbejdsmiljøforhold vil ikke adskille sig fra anden papirproduktion.

Det frasorterede polyethylenaffald skal på en eller anden måde tørres, således at det bliver let at transportere videre enten til genanvendelse, til forbrænding eller til losseplads. Ved håndteringen af dette affald bør man træffe forholdsregler for at undgå eller begrænse udvikling af støv.

Vurdering

En endelig afklaring af de arbejdsmiljømæssige forhold kan først ske på grundlag af forsøg.

8.10.3. Virksomhedsøkonomi

Der er foretaget en virksomhedsøkonomisk vurdering af den traditionelle bortskaffelse og af de 5 indsamlingsordninger. De økonomiske forhold omkring oparbejdning er ikke vurderet.

Ved de økonomiske vurderinger er forudsat

- at mælkekartonerne er marginale i det eksisterende affaldsbortskaffelsesystem,
- at der er etableret flerstrengede indsamlingssystemer,
- at der ved traditionel bortskaffelse sker en forbrænding af 70 % og en deponering af 30 %,
- at der for pantsystemet er fastlagt en pantstørrelse på 50 øre.

I tabel 8.21 er gengivet det økonomiske resultat for de 5 indsamlingsordninger samt indsamling til traditionel bortskaffelse.

Det skal understreges, at omkostningerne vedr. traditionel bortskaffelse alene dækker transportudgiften. Materiel, vedligeholdelse m.v. er ikke medregnet. Økonomien for de 5 indsamlingsordninger er beregnet i forhold til dette og er derfor et udtryk for yderligere omkostninger.

I tabel 8.21 er gengivet det økonomiske resultat for de 5 indsamlingsordninger samt indsamling til traditionel bortskaffelse.

Traditionel bortskaffelse kr.	- 285				
Genanvendelse - procent	40%	50%	60%	70%	80%
- mængde (t)	57,0	71,3	85,5	100,0	114,0
Hus.inds. med fibermaterialer kr.	- 12.312	- 15.390	- 18.468	- 21.546	- 24.624
Hus.inds. med flasker kr.	-23.655	- 29.569	- 35.483	- 41.396	- 47.310
Hus.inds., kildesortering kr.	-1.307.124	-1.311.492	-1.313.694	-1.320.700	1.320.804
Containerindsamling kr.	- 79.686	- 99.677	- 119.529	- 139.800	- 159.372
Pantsystem kr. *	750.003	424.582	100.004	- 227.100	- 549.994

Tabel 8.21

Samlet oversigt over de økonomiske resultater ved forskellige indsamlingsformer, udregnet efter én solgt enhed, d.v.s. 5 mio. kartoner.

* : økonomien for høje indsamlingsprocenter er ikke realistisk med det forudsatte pantbeløb.

Med en omkostning til transport til oparbejdning på 220 kr. pr. ton vil den kritiske afsætningspris for indsamling sammen med andre materialer ligge på 436 kr. til 635 kr. pr. ton.

Resultatet af behandlingen ved den traditionelle bortskaffelse ved forskellige forbrændingsandele er opstillet i Tabel 8.22.

Forudsætningen er, at den forholdsvis ringe mængde mælkekartoner ikke påvirker omkostninger til afskrivning, drift og vedligeholdelse ved forbrænding af dagrenovation. Disse omkostninger udgør reelt 300-400 kr. pr. ton (efter indtægt fra varme/el-salg) (Malmqvist, pers. komm.)

Forbrænding/deponering %	Resultat pr. enhed kr.
70/30	47.595
80/20	60.566
90/10	74.528
100/0	88.065

Tabel 8.22

Oversigt over virksomhedsøkonomiske forhold ved forskellige forbrændingsandele ved traditionel bortskaffelse af en enhed mælkekartoner.

Vurdering

Indsamling til traditionel bortskaffelse er stort set omkostningsneutral.

Indsamling sammen med andre fibermaterialer eller flasker kan gennemføres for en rimelig omkostning (200-400 kr. pr. ton).

Husstandsindsamlinger med kildesortering giver et betragteligt økonomisk underskud.

Containerindsamlinger giver et negativt resultat på ca. 1.400 kr. pr. ton.

Økonomisk kan pantsystemet se fordelagtigt ud, når indsamlingsprocent og pantstørrelse er afpasset efter hinanden.

Behandlingen ved den traditionelle bortskaffelse giver en gevinst på 3-600 kr. pr. ton.

Konklusion

Virksomhedsøkonomisk ser pantsystemet mest fordelagtigt ud, men det afhænger meget af indsamlingsprocent og den fastsatte pantstørrelse.

Husstandsindsamlinger sammen med andre fibermaterialer eller sammen med flasker kan gøres for en rimelig omkostning. Men når transportomkostningen til oparbejdningsevirsomheden skal indregnes, er den kritiske afsætningspris i en størrelsesorden 400-600 kr., hvilket det ikke i en overskuelig fremtid kan forventes opnået ved afsætning til oparbejdning.

8.10.4. Samfundsøkonomi

Der er foretaget en samfundsøkonomisk vurdering opgjort ved hjælp af faktorprismetoden, hvor ressourceforbruget udregnes i priser renset for afgifter/subsidier, og hvortil kommer yderligere vurderingselementer.

Der er foretaget en vurdering af den traditionelle bortskaffelse og af de 5 indsamlingsordninger. De økonomiske forhold omkring oparbejdning er ikke vurderet, da denne forudsættes at finde sted i udlandet.

Der gælder de samme forudsætninger som anført ved de virksomhedsøkonomiske vurderinger, afsnit 8.10.3, samt at den mængde, der ikke indsamles til genanvendelse, bortskaffes ved forbrænding (70%) og deponering (30%).

I tabel 8.23 er gengivet det samfundsøkonomiske resultat af relative vurderinger for husstandsindsamling med andre fibermaterialer og med flasker, for containerindsamling samt for den traditionelle bortskaffelse. Husstandsindsamling med kildesortering og pantsystemet er ikke medtaget i tabellen, da disse to ordninger giver et betragteligt samfundsøkonomisk underskud, hhv. mellem 11.000 og 22.000 kr. pr. ton og ca. 8.800 kr. pr. ton.

Traditionel bortskaffelse kr.	+ 14.678				
	40%	50%	60%	70%	80%
Genanvendelse - tons	57,0	71,25	85,5	99,75	114,0
Traditionel bortskaffelse - tons	85,5	71,25	57,0	42,75	28,5
Indsamling med fibermaterialer kr.	- 15.419	- 19.950	- 24.482	- 29.013	- 33.545
Indsamling med flasker kr.	-28.415	- 35.696	- 42.950	- 50.160	- 57.371
Containerindsamling kr.	- 106.220	- 112.789	- 118.703	- 125.172	- 131.243

Tabel 8.23

Oversigt over de samfundsøkonomiske forhold ved forskellige indsamlingsformer, udregnet efter én solgt enhed, d.v.s. 5 mio. kartoner.

I tabel 8.24 er den kritiske afsætningspris pr. ton for forskellige returprocenter opstillet, idet der forudsættes en transportomkostning på 220 kr./t ved eksport til Sverige eller Tyskland.

Genanvendelse	40%	50%	60%	70%	80%
Indsamling med fibermaterialer kr.	748	706	678	658	643
Indsamling med flasker kr.	976	927	894	870	852
Containerindsamling kr.	2.341	2.009	1.780	1.622	1.500

Tabel 8.24

Nødvendig afsætningspris (kr./t) for at sikre samfundsøkonomisk rentabilitet, når alternativet er traditionel bortskaffelse.

Vurdering

Behandling ved traditionel bortskaffelse givet et mindre overskud - ca. 100 kr. pr. ton.

Indsamling sammen med andre fibermaterialer eller flasker giver et underskud på 3-500 kr. pr. ton.

Containerindsamlinger giver også et negativt resultat, - størst ved lave indsamlingsprocenter - på 1.100-1.900 kr. pr. ton.

Husstandsindsamlinger med kildesortering og pantsystemet giver et betragteligt samfundsøkonomisk underskud.

Konklusion

Samfundsøkonomisk vil husstandsindsamlinger sammen med andre fibermaterialer eller flasker kræve en afsætningspris på 7-900 kr. pr. ton, før der opnås rentabilitet, hvilket synes helt urealistisk. De øvrige indsamlingsformer kræver endnu højere afsætningspris.

8.10.5. Miljø

Vurderingen af miljøforholdene omfatter vurdering af emissionerne. En samlet oversigt over emissionerne er vist i tabel 8.25.

Traditionel bortskaffelse

Emissionerne fra forbrænding af mælkekartoner vurderes at ligge på linie med emissionerne fra forbrænding af almindeligt emballageaffald (excl. PVC og lign.), hvortil ingen erkendte væsentlige miljømæssige risici knytter sig.

Miljøbelastningen fra deponering vurderes som minimal.

Indsamling

Skylning medfører en organisk belastning svarende til en forurening fra lidt under 100 personer. Mælk som forurening betragtes som let nedbrydeligt. Afløbsvand fra rengøring i form af vand, evt. tilsat rengøringsmiddel anses for at medføre en minimal miljøbelastning.

Transport i forbindelse med indsamling udgør ca. 3% af det samlede transportbehov i livsforløbet for en karton. Tilsvarende er

emissionerne herfra små og vurderes at udgøre en minimal miljøbelastning.

Oparbejdning

Ved oparbejdningen er det primært udledning af organisk belastet spildevand, der medfører miljøbelastningen.

Ved sammenligning af Fiskebys udledning med andre kartonproduktioner vurderes det:

- at indholdet af organisk materiale er lavere ved fremstilling af ubleget karton end ved fremstilling af bleget karton og
- at den samlede udledning af organiske materialer ikke er højere ved oparbejdning af konverteringsaffald; den del af den organiske belastning, der er letnedbrydelig, er formentlig større ved oparbejdning af konverteringsaffald, end ved traditionel kartonproduktion.

Effekten af disse udledninger er vanskelige at vurdere. BOD-indholdet i spildevandet fra Fiskeby svarer dog til BOD-indholdet i husspildevand.

Der sker en begrænset udledning fra Fiskeby af organiske chlorforbindelser, stammende fra oparbejdning af bleget karton. Effekten af udledning af disse stoffer kan ikke vurderes.

Dertil kommer, at det ikke vides, om eventuelle hjælpestoffer, der anvendes hos Fiskeby, er toksiske eller tungtnedbrydelige.

Det har ikke været muligt at vurdere emissioner til luft på grund af utilstrækkelige oplysninger.

På grundlag af oplysninger om rejskettets størrelse ved kartonproduktion hos Fiskeby vurderes det, at der fremkommer affald, hovedsageligt indeholdende polyethylen og evt. aluminium, i en mængde svarende til 125-200 kg pr. ton oparbejdet materiale.

Sammenfattende kan det vurderes, at kartonproduktion ud fra konverteringsaffald ikke er mere miljøbelastende end kartonproduktion ud fra træ, når emissioner til vand vurderes.

Konklusion

Emissionerne fra de forskellige indsamlingformer vurderes som minimale og uden betydning.

Emissionerne medfører ikke en større miljøbelastning ved oparbejdning af konverteringsaffald end ved kartonproduktion i øvrigt.

5 mio. kasserede mælkekartonner - Emissioner					
Indsamling					
med dagrenovation	med fibermaterialer	med glas	kildesorteret	containerinds.	pantsystem
transport: SO ₂ 0,28 kg NO _x 1,6 kg CO ₂ 229 kg	organisk belastet spildevand: 1268 m ³ BOD 1.877 kg transport SO ₂ 19 kg NO _x 111 kg CO ₂ 10.160 kg	organisk belastet spildevand: 1268 m ³ BOD 1.877 kg transport SO ₂ 19 kg NO _x 111 kg CO ₂ 10.160 kg	organisk belastet spildevand: 1268 m ³ BOD 1.877 kg transport SO ₂ 20 kg NO _x 120 kg CO ₂ 10.970 kg	organisk belastet spildevand: 1268 m ³ BOD 1.877 kg transport SO ₂ 19 kg NO _x 111 kg CO ₂ 10.160 kg	organisk belastet spildevand: 1268 m ³ BOD 1.877 kg transport SO ₂ 19 kg NO _x 111 kg CO ₂ 10.160 kg
Behandling					
Forbrænding	Oparbejdning				
Luft: CO ₂ 100-150 ton der til små mængder chlorforbindelser og muligvis tungmetaller	Vand: Spildevand 2.850 m ³ indeholdende organisk materiale, COD: 1000-1500 kg, BOD: 400-800 kg, små mængder organiske chlorforbindelser. Luft: Emissioner fra intern energiproduktion - ikke vurderet. Affald: Rejekt indeholdende fibermateriale og polyethylen ca. 20 ton.				
Affald: Slagger og røgrøgningsprodukt - ikke vurderet	Anvendelse				
*	Ikke vurderet				

Tabel 8.25

Oversigt over emissioner ved bortskaffelse og genanvendelse af kartoner.

* Som balance til det genanvendte karton kræves nyfremstilling af en tilsvarende mængde karton. Med hensyn til emissioner herved henvises til afsnit 7.9.3 og Pommer *et al.* Miljørapport nr. 168.

BILAG

Bilag 1

Beregning af det økonomiske resultat ved indsamling af mælkekartoner gennem pantsystem for én solgt enhed, d.v.s. 5 mio. kartoner.

Panten pr. enhed er sat til 0,50 kr. incl. moms. Dette svarer til 0,41 kr excl. moms (22%)

Den ikke genudbetalte pant udregnes pr. enhed (142,5 ton, 5 mio. stk.) efter følgende formel:

$$\frac{5.000.000 \times (100 - \text{returprocent})}{100} \times 0,41$$

f.eks. returprocent på 60:

$$\frac{5.000.000 \times (100 - 60)}{100} \times 0,41 = 820.000,- \text{ kr.}$$

Ikke udbetalt pant minus driftsudgifter er angivet som en samlet post "Genanvendelse, resultat pr. enhed".

Genanvendelse - procent	40%	50%	60%	70%	80%
- mængde (t)	57,0	71,3	85,5	100,0	114,0
Pantsystem - Ikke genudbetalt pant kr.	1.230.000	1.025.000	820.000	615.000	410.000
- Indsamlings- omkostninger	- 479.997	- 600.417	- 719.996	- 842.100	- 959.994
Genanvendelse - Resultat pr. enhed kr.	750.003	424.582	100.004	- 227.100	- 549.994

Tabel B1.5

Økonomisk resultat ved indsamling af mælkekartoner gennem pantsystem ved forskellige genanvendelsesprocenter, udregnet for én solgt enhed, d.v.s. 5 mio. kartoner.

De skraverede søjler angiver at økonomien for høje indsamlingsprocenter ikke er realistisk med det forudsatte pantbeløb.

Referencer

Andersen T (1991). Genanvendelse af brugte mælkekartoner. Dansk Teknologisk Institut, Miljøteknik. Udført for Karton & Miljø.

Arbejdsmiljøproblemer ved indsamling af organisk affald, Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen nr. 5, 1992.

Baggrundsrapport nr. 6, Energi 2000, Energistyrelsen 1990.

Budgetredegørelse 1986, Finansministeriet 1986.

Christiansen K, Hoffmann L (1990). Notat om chlor og tungmetaller i affald. Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen Nr. 5. Miljøstyrelsen, København.

Danmarks Statistik, Statistisk Årbog Danmark, 1990.

Forsyningskatalog 88, Energistyrelsen 1988.

Holmia: Genbrugsflaske i plast til mælk, slutrapport over fase 2, maj 1990, Miljøstyrelsen, jr.nr. M87-121-282.

Landsbladet, maj 1989.

Miljøministeriet (1980). Bekendtgørelse om detailforhandling af levnedsmidler, nr. 121 af 28. marts 1980.

Malmros P, Nersting L, Petersen C, Sigsgaard T, (1991) Arbejdsmiljøforhold ved genanvendelse af affald, Miljøprojekt nr. 161. Miljøstyrelsen.

Miljørapport nr. 172, (1991), Økonomi ved genanvendelse, Øko-Consult.

Nielsen B, (1991) Undersøgelse af den mikrobielle udvikling i kildesorteret grønt affald fra AFAV-området, Arbejdsrapport nr. 29, Miljøstyrelsen.

Nielsen F, Veterinærdirektoratet, brev vedr. projekt om genbrug af mælkekartoner, 31. oktober 1991, j.nr. 6247-7/90.

Pommer K, Hillersborg AS, Hirsbak S, Hoffmann L, Schmidt A, (1991). Miljømæssig vurdering af mælkeemballage. Miljøprojekt nr. 168. Miljøstyrelsen.

Rapport vedr. 4-strøms indsamlingssystem i Århus, Projektgruppen for sorteringsanlæg, april 1991.

Rendan Nyt, nr. 8, 1991.

Statusnotat 1991, Energistyrelsen.

Strepp, Præsentation af notat om Strepp GmbH & Co. KG, april 1991.

Streyftert B, Levnedsmiddelkontrollen i København, Brev vedr. projekt ang. genbrug af brugte mælkekartoner, 21. november 1991, j.nr. 09.06 G01.

Sundström G (nov. 1990). Miljöprofil Tetra Rex Danmark. Udkast, fortroligt. Udarbejdet for AB Tetra Pak af G. Sundström AB, Malmö.

Van Leer, Notat om Keyes Norway AS, 1990.

Udvikling og initiativer på energiområdet. Statusnotat 1991, Energistyrelsen 1991.

Vejledning i samfundsøkonomisk projektvurdering, Finansministeriet 1990.

Personlig kommunikation

Boström G, Frövifors Bruk AB, besøg september 1991.

Bruhn E, Karton & Miljø, september 1991.

Christensen A, Direktoratet for Arbejdstilsynet, 1991.

Christensen M, Bech Hansen & Studsgaard, december 1991.

Danmarks Statistik (1991), Generel erhvervsstatistik og handel, 1991:6 og 13.

Danske Fjernvarmeværkers Forening, Kolding, februar 1992.

Forbrugskontoret, Århus Kommunale Værker, december 1991.

Ingversen P, Fyns Industrirenovation, tidligere GMP, 1990.

Isemann og Kayser, Strepp GmbH & Co. KG, besøg februar 1992.

Jacobsen N, Reno-Sam, februar 1992.

Johansen A G, Keyes Norway A/S, brev til Elo-Pak den 16. september 1991.

Lange M, Dansk Teknologisk Institut, Energiteknik, april 1990.

Lieberknecht P, Århus Renholdningsselskab, august 1990.

Malmqvist E, BOFA, august 1990.

Moriggia, J-M, Tetra Pak, januar 1992.

Nermark S, Bruun & Sørensen Energiteknik A/S, februar 1992.

Nielsen U, Odense Kommune, december 1991.

Schartz W, ACE Tyskland, marts 1992.

Stjær A, Makir, december 1991.

Zell G, Fiskeby AB, besøg september 1991.

Zell G, Fiskeby AB, januar 1992.

Zielke U, Dansk Teknologisk Institut, Miljøteknik, januar 1992.

Varmeforsyningen, Århus Kommunale værker, februar 1992.

Summary

Purpose

The purpose of the project is to make an economic and environmental evaluation of the collection and the recycling of discarded milk cartons compared with the existing disposal.

Introduction

In the project the existing disposal and recycling are described. Recycling is divided into three steps:

- collection
- processing
- use

It is based on the use of milk cartons as 1 litre packagings for full-cream, low-fat, and skimmed milk. In Denmark the annual consumption of these milk types is approximately 500 million litres which correspond to 14,250 ton packagings in the form of 1 litre cartons each year. This corresponds to about the half of the total consumption of beverage cartons.

Traditional disposal

The traditional disposal includes a collection with municipal solid waste (MSW) with a following incineration or landfill.

70% of the collected waste is incinerated with heat utilization, while 30% is taken care of through landfill.

Recycling/collection

The description includes 5 different collection systems:

- A household collection together with other fibre materials where milk cartons are collected together with MSW in a fraction with other fibre materials. After collection the cartons are sorted, baled and transported to the processing plant.
- A household collection together with empty bottles where milk cartons are collected together with MSW in a fraction with bottles. After collection the milk cartons are sorted, baled and transported to the processing plant.
- A household collection with source separation, where milk cartons are collected in a separate fraction which is collected at the household together with other fractions. After collection the cartons are baled and transported to the processing plant.

- A container collection where the milk cartons are brought to containers placed at shopping centres and the like. The containers are being emptied, and the cartons are baled and transported to the processing plant.
- A deposit system where the milk cartons are delivered at the store, and the deposit is paid back. The milk cartons are then taken to baling and processing.

Processing/use

The processing includes pulping, sorting out polyethylene and printing ink, and production of paper/carton.

The use includes the production of different products from the intermediate products produced at the processing. This can be new packagings i.e. carriers, tissue products, hospital trays etc.

Evaluation/conclusion

It can be concluded that collection, processing, and use of discarded milk cartons is possible, but does not exist today.

Compared with the traditional disposal and new-production of paper/carton based on virgin fibres the conditions of the recycling will be as follows:

- The consumption of external energy (oil, coal, hydro power etc.) is almost the same in processing as in new-production of paper/carton based on virgin fibres. For the new-production energy from waste products from processing the wood paste is being used together with energy of the finished product. As a total the energy consumption of the processing is only 10-15% of the energy consumption of new-production. This energy evaluation does not include a CO₂ evaluation.
- There is no noticeable difference in the environmental strains on emission on new-production and processing, and there is no noticeable difference in the environmental strains on emission at incinerating MSW with or without a content of milk cartons.
- At manual handling/sorting of used milk cartons there is a risk of arising special microbiological working environmental problems. This is however not examined well enough to be evaluated.
- Financially the household collections are to be preferred to other collection systems, but a financial advantage is only achieved in relation with traditional disposal if the price of used milk cartons is more than DKK 600-900 per ton.

Udgiver: Miljøstyrelsen, Strandgade 29, 1401 København K

Serietitel, nr.: Miljøprojekt, 202

Udgivelsesår: 1992

Titel:

Genanvendelse kontra forbrænding af mælkekartoner

Undertitel:

Miljømæssig og økonomisk vurdering af kasserede mælkekartoner

Forfatter(e):

Pommer, Kirsten; Andersen, Tom; Jernes, Jens Erik; Bentzen, Jan

Udførende institution(er):

Miljøstyrelsen. Rådet vedr. genanvendelse og mindre forurenende teknologi (spons); Dansk Teknologisk Institut. Miljøteknik

Resumé:

Affaldsmængden fra 1 års forbrug af mælk i 1-liters kartoner svarer til godt 14000 tons.

Projektet indeholder vurderinger af ressourceforbrug, arbejdsmiljø, hygiejne, virksomheds- og samfundsøkonomi samt emissioner til det ydre miljø ved indsamling af brugte mælkekartoner. 5 forskellige indsamlingssystemer vurderes og sammenlignes med traditionel borskaffelse som forbrænding og deponering.

Oparbejdning af de indsamlede kartoner og produktion på basis af disse er kun vurderet i begrænset omfang.

Emneord:

drikkevarer; emballage; genanvendelse; forbrænding; retursystemer; økonomi; indsamling; kildesortering; pant; livscyklusvurdering

ISBN: 87-503-9882-2

ISSN: 0105-3094

Pris (inkl. moms): 95 kr.

Format: A4

Sideantal: 172 s.

Md./år for redaktionens afslutning: april 1992

Oplag: 500

Andre oplysninger:

Tryk: Notex - Grafisk Service Center as

Trykt på 100% genbrugspapir Cyclus

Miljøprojekt

- Nr. 137: Regulering af forurening fra afløbssystemer under regn
- Nr. 138: Renere teknologi på energiområdet
- Nr. 139: Afvask af trykpresser med sojaolie
- Nr. 140: Vandige malematerialer til korrosionsbeskyttelse
- Nr. 141: Det grønne affaldssystem i AFAV
- Nr. 142: Det grønne affaldssystem i Høng
- Nr. 143: Katodisk elektrodyppemaling
- Nr. 144: Reparationsmaling af automobiler
- Nr. 145: Genanvendelse af nedknust tegl
- Nr. 146: Restprodukter fra røggasrensning ved affaldsforbrænding 1
- Nr. 147: Blæserensningsmetoder
- Nr. 148: Storskraldsordninger med genanvendelse
- Nr. 149: Emissionsundersøgelse for pejse og brændeovne
- Nr. 150: Prognose for bygge- og anlægsaffald - hovedrapport
- Nr. 151: Prognose for bygge- og anlægsaffald - bilagsdel
- Nr. 152: Kemikalier i husholdningen
- Nr. 153: Danmarks udlledning af industrielt spildevand
- Nr. 154: Miljømærkning af produkter
- Nr. 155: Spredning af forurening i moræner
- Nr. 156: Drikkevandskvalitet i Danmark
- Nr. 157: Anvendelse af nedknust beton i ny beton
- Nr. 158: Bortskaffelse af havneslam
- Nr. 159: Miljøvenlig affedtning i jernindustrien
- Nr. 160: Genanvendelse af bygge- og anlægsaffald - del 2
- Nr. 161: Arbejdsmiljøforhold ved genanvendelse af affald
- Nr. 162: Renere teknologi i eksisterende galvanovirksomheder
- Nr. 163: Forurening fra pelsdyrfarme
- Nr. 164: Deltagelse i kildesortering af husholdningsaffald
- Nr. 165: Luftforurening fra individuel og kollektiv trafik
- Nr. 166: Overfladeaktive stoffer - spredning og effekter i miljøet
- Nr. 167: Renere teknologi i mejeribranchen
- Nr. 168: Miljømæssig vurdering af mælkeemballage
- Nr. 169: Renere teknologi i den grafiske branche
- Nr. 170: Ozonlagsnedbrydende stoffer - forbrug i 1987 - 1989
- Nr. 171: Design af affaldsbeholdere
- Nr. 172: Økonomi i genanvendelse og affaldsbehandling
- Nr. 173: Fyring med halm - en metode til renere forbrænding
- Nr. 174: Spredningsudstyr til optimal udnyttelse af gylle
- Nr. 175: Affald i Danmark - teknisk rapport
- Nr. 176: Opløsningsmiddel-fattige serigrafifarver
- Nr. 177: Demonstrationsprojekt "Selektiv nedrivning"
- Nr. 178: Farveseparering af skår
- Nr. 179: Eco-labelling of Paper Products
- Nr. 180: Renere teknologi - bygge- og anlægsaffald
- Nr. 181: Beton med nedknust tegl som tilslag
- Nr. 182: Model til risikoanalyse af værtsmikroorganismer
- Nr. 183: Eksempler på risikoanalyse af værtsmikroorganismer
- Nr. 184: Danske sure og forsurede søer
- Nr. 185: Jernudvaskning fra drænedes pyritholdige arealer
- Nr. 186: Kommunale affaldsplaner
- Nr. 187: Planteplankton - metoder
- Nr. 188: Økotoxikologisk vurdering af industrispildevand
- Nr. 189: Renere teknologi ved fremstilling af støberikærner
- Nr. 190: Ozonlagsnedbrydende stoffer - forbrug i 1990
- Nr. 191: Renere teknologi i jern- og metalstøberier
- Nr. 192: Dimensionering af grødefyldte bassiner til okkerrensning
- Nr. 193: Restprodukter fra røggasrensning ved affaldsforbrænding 2
- Nr. 194: Kildesortering i Kolding kommune
- Nr. 195: Lokal-kompostering i tæt, lav bebyggelse
- Nr. 196: Substitution af kviksølv i produkter
- Nr. 197: Grønne indkøb i amter og kommuner
- Nr. 198: Kommunale affaldsregulativer
- Nr. 199: Vegetabiliske olier - holdninger i grafisk branche
- Nr. 200: Vandfugle og søers miljøtilstand
- Nr. 201: Ozonlagsnedbrydende stoffer - forbrug i 1991
- Nr. 202: Genanvendelse kontra forbrænding af mælkekartoner
- Nr. 203: Risikoscreening ved nyttiggørelse og deponering af slagge

Genanvendelse kontra forbrænding af mælkekartoner

Affaldsmængden fra 1 års forbrug af mælk i 1-liters kartoner svarer til godt 14000 tons.

Projektet indeholder vurderinger af ressourceforbrug, arbejdsmiljø, hygiejne, virksomheds- og samfundsøkonomi samt emissioner til det ydre miljø ved indsamling af brugte mælkekartoner. 5 forskellige indsamlingssystemer vurderes og sammenlignes med traditionel bortskaffelse som forbrænding og deponering.

Oparbejdning af de indsamlede kartoner og produktion på basis af disse er kun vurderet i begrænset omfang.

Pris kr. 95,- inkl. 25% moms

ISSN nr. 0105-3094

ISBN nr. 87-503-9882-2

Miljøministeriet **Miljøstyrelsen**

Strandgade 29 · 1401 København K · Tlf 31 57 83 10