



# Fordele og ulemper ved at medtage glas som kildeopdelt fraktion til automatisk sortering

## Opsamlende notat

Udgiver: Miljøstyrelsen

Redaktion: COWI

ISBN: 978-87-93529-79-3

Miljøstyrelsen vil, når lejligheden gives, offentliggøre rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren, finansieret af Miljøstyrelsens undersøgelsesbevilling. Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for Miljøstyrelsens synspunkter. Offentliggørelsen betyder imidlertid, at Miljøstyrelsen finder, at indholdet udgør et væsentligt indlæg i debatten omkring den danske miljøpolitik.

Må citeres med kildeangivelse.

# Indhold

<b>1.</b>	<b>Indledning</b>	<b>5</b>
1.1	Projektets formål	5
1.2	Baggrund	6
<b>2.</b>	<b>Beskrivelse af indsamlingssporene i Danmark</b>	<b>7</b>
2.1	Kildesorteringssporet	7
2.1.1	Indsamling	7
2.1.2	Omlastning og fjerntransport	7
2.1.3	Sortering	8
2.1.4	Generelle erfaringer	8
2.2	Kildeopdelingssporet	8
2.2.1	Indsamling	8
2.2.2	Omlastning og fjerntransport	9
2.2.3	Sortering	9
2.2.4	Generelle erfaringer	9
2.3	Indsamlede mængder	10
<b>3.</b>	<b>Danske erfaringer med sortering af glas m.v.</b>	<b>11</b>
3.1	Danske sorteringsanlæg	11
3.1.1	Dansk Affald A/S	11
3.1.2	Midtjysk FlaskeCentral MFC A/S	12
3.1.3	Ribe FlaskeCentral A/S (RF)	12
3.1.4	Krogshs Flaskegenbrug A/S	13
3.1.5	Randers Affaldsterminal (ejet af Randers Kommune)	14
3.1.6	AFLD (Behandlingsanlæg Tarm)	14
3.1.7	Reiling Glasrecycling Danmark ApS	15
3.2	Generelle erfaringer	15
<b>4.</b>	<b>Erfaringer med udenlandske sorteringsanlæg</b>	<b>18</b>
<b>5.</b>	<b>Danske og udenlandske erfaringer med afsætning</b>	<b>21</b>
5.1	Erfaringer med afsætning i Danmark	21
5.2	Erfaringer med afsætning uden for Danmark	21
<b>6.</b>	<b>Sammenligning af kildesorteringsspor og kildeopdelingsspor</b>	<b>22</b>
6.1	Sammenligning - glas	22
6.2	Oplysninger – andre materialer	24
6.3	Arbejds miljø	24
<b>7.</b>	<b>Sammenfatning og konkluderende bemærkninger</b>	<b>25</b>
7.1	Glas	25
7.2	Konkluderende bemærkninger	27
<b>Bilag 1.</b>	<b>Interview med danske sorterings- og behandlingsanlæg</b>	<b>29</b>
Bilag 1.1	Tekniske specifikationer for de danske anlæg	29



# 1. Indledning

Miljøstyrelsen har med projektet "fordele og ulemper ved at medtage glas som kildeopdelt fraktion til automatisk sortering" ønsket, at kortlægge og vurdere de tekniske, økonomiske, arbejdsmiljømæssige og kvalitetsmæssige udfordringer ved at medtage glas til sortering i en kildeopdelt fraktion.

COWI har ved gennemførelse af projektet valgt at betragte og vurdere processen omkring glas som en samlet værdikæde startende i husstanden (køkken) og indeholdende elementerne **indsamling – transport (evt. omlastning) - sortering – afsætning**.

Indsamling af glas foregår typisk som en kildesorteret fraktion eller som en kildeopdelt fraktion sammen med andre tørre genanvendelige materialer. Ved vurdering af den kildeopdelte fraktion medtages de øvrige materialer i projektet i det omfang, værdikæden for glas og de øvrige materialer er sammenfaldende.

## 1.1 Projektets formål

Formålet med projektet er, at bistå kommuner/forsyningsselskaber og affaldsselskaber med viden omkring fordele og ulemper ved at medtage glas i en kildeopdelt fraktion og efterfølgende foretage sortering af den kildeopdelte fraktion.

Den opnåede viden kan anvendes ved beslutning om valg af de fremtidige indsamlingssystemer for genanvendelige materialer i kommunerne.

Det gennemførte projekt har til formål at undersøge og identificere de tekniske, økonomiske og arbejdsmiljømæssige udfordringer ved at medtage glas til sortering i forhold til:

- Indsamlingsleddet og herunder
  - hvilke fraktioner egner sig til kildeopdelt indsamling med glas?
  - er der risiko for forurening af de øvrige kildeopdelte fraktioner, der sammenblandes med glas i indsamlingsleddet (glasskår/væsker etc.)?
  - er der arbejdsmiljøproblemer (udsivning af væsker fra glasemballager/ stik- og skæreskader etc.) når der indsamles kildeopdelt glas?
- Sorteringsanlægget og herunder
  - har glas nogen negativ effekt på driften og materiellet på et sorterings anlæg?
  - er der krav til øget vedligeholdelse af anlægget, når anlægget modtager glas?
  - er der krav til investering i ekstraudstyr, når anlægget modtager glas?
  - er der risiko for forurening af andre fraktioner med glasskår når anlægget modtager glas?
  - er der risiko for arbejdsmiljøet (udsivning af væsker fra glasemballager/stik- og skæreskader etc.) når anlægget modtager glas?
  - hvilke samlede ekstraomkostninger kan forventes, når der modtages glas?

- Afsætningsleddet og herunder
  - hvad er kvaliteten af den frasorterede glasfraktion – er der forskel i afsætningspriser for glas, der har været igennem et sorteringsanlæg sammenlignet med kildesorteret glas?
  - er der risiko for lavere afsætningspris for de øvrige fraktioner, der sorteres sammen med glas på et sorteringsanlæg f. eks. forurening af papir/pap-fraktionen med "mikro-glasskår"?

## 1.2 Baggrund

Indsamling og direkte genanvendelse af glas og herunder specielt drikkeflasker har foregået i Danmark i mere end 100 år og har derfor været en naturlig del af danskernes indkøb og forbrug af specielt øl og sodavand og senere ved forbrug af vin og andre drikkeprodukter.

Borgernes frasortering af glas til genanvendelse (med og uden pant) vurderes derfor at være en "logisk og naturlig" adfærd og handling i mange hjem, hvilket understøttes af generelt høje genanvendelsesgrader for glas i hovedparten af de danske kommuner.

De danske erfaringer og metoder til indsamling og håndtering af glas har gennem adskillige år været koncentreret omkring enten et "kildesorteringsspor", hvor glas indsamles som en ren kildesorteret fraktion, og et "kildeopdelingsspor", hvor glas indgår i en kildeopdelte fraktion.

Kildesorteringssporet har været anvendt af mange kommuner gennem en lang årrække og har primært bestået af kuber/igloer til glas og papir placeret på offentlige pladser, mens kravene til øget genanvendelse og et ønske om et større serviceniveau for borgerne har medført, at kuberne er blevet erstattet med husstandsindsamling af kildeopdelte og kildesorterede fraktioner.

Kildesorteringssporet indeholder indsamling af rene glasemballager, der kan omlastes eller transporteres i containere uden omlastning til sortering. I flere kommuner indsamles glas i stor-skraldsindsamlingen eller i beholdere ved husstandene.

Kildeopdelingssporet indeholder ofte indsamling af glasemballage, metal (dåser m.v.) og hård plast (flasker, dunke og bøtter m.v.) som én fraktion, der efterfølgende sendes til sortering på automatisk anlæg inden afsætning. Indsamlingen i kildeopdelingssporet foregår oftest ved indsamling ved husstandene, dog har flere danske kommuner indsamling af kildeopdelte materialer i kuber/igloer og nedgravede affaldsløsninger (udvidelse af indsamling af glas til også at omfatte metal og plast).

Sorteringen og afsætningen af vinflasker og andre drikkeflasker uden pant har været styret og motiveret af en emballageafgift på disse emballager, hvilket har medført en høj genanvendelse af hele flasker til direkte genbrug ved skylning og genopfyldning, mens afsætningen af skår til omsmelting har været mere varierende gennem tiden.

Emballageafgiften på vinflasker og andre drikkeflasker uden pant blev halveret fra 160 øre pr. flaske til 80 øre pr. flaske i 2014, hvilket har ændret forretningsgrundlaget og den økonomiske gevinst ved at sortere og afsætte hele flasker til direkte genbrug fremfor at afsætte hele glas-mængden som glasskår til omsmelting. Flere anlæg frasorterer dog stadig hele flasker til direkte genbrug.

## 2. Beskrivelse af indsamlingssporene i Danmark

### 2.1 Kildesorteringssporet

Kildesorteringssporet er oftest baseret på indsamling i kuber/igloer, særlige opsamlingsenheder eller nedgravede affaldsløsninger placeret på offentlige pladser og arealer og kræver derfor, at borgerne bringer glasmaterialerne fra husstanden til opsamlingsstederne.

Indsamlingssystemer til kildesorteret glas kræver opmærksomhed i forhold til indsamling, evt. omlastning og fjerntransport til sorteringsanlægget, idet sorteringen og afsætningen kan variere afhængig af om materialerne afsættes som hele flasker og skår eller udelukkende afsættes som skår.

Anvendelsen af indsamlingssystemer til kildesorteret glas i kuber og lignende er jævnt fordelt over landet med store kommuner som København og Aarhus samt både mellemstore og mindre kommuner som Herning, Silkeborg, Vejle, Slagelse, Næstved m.v.

#### 2.1.1 Indsamling

Indsamlingen i kuber/igloer eller nedgravede affaldsløsninger foregår typisk ved anvendelse af lastbiler med kran og tømning af opsamlingsudstyret ned i en åben container. Tømningsmetoden kræver særlig opmærksomhed i forhold til faldhøjden af glasmaterialet af hensyn til glas materialets kvalitet og støjpåvirkningen. Kravene til tømningsmetoden bør være indskrevet i de indgåede aftaler/kontrakter for at sikre opmærksomhed og anvendelse af udstyret i forhold til hensynsfuld tømning.

Enkelte kommuner har indsamling af glas som en del af en storskraldsordning, typisk i affaldsække som stilles af borgerne sammen med andet storskrald. Andre kommuner har indsamling af kildesorteret glas i beholdere ved husstanden.

#### 2.1.2 Omlastning og fjerntransport

Behovet for omlastning og fjerntransport afhænger af den konkrete aftale om indsamling af glasmaterialerne og afstanden til det konkrete anlæg, der skal foretage sortering eller direkte genanvendelse af materialerne.

Ved store afstanden mellem indsamlingskommunen og behandlingsanlægget vil der ofte være behov for omlastning. Dette kan foregå ved omlæsning af glasmaterialerne eller ved ombytning af fyldte containere med efterfølgende fjerntransport. Ved mindre afstande foretages direkte aflevering af indsamlede glasmaterialer til behandlingsanlægget.

### 2.1.3 Sortering

De indsamlede kildesorterede glasmaterialer kan enten leveres på et sorteringsanlæg, der foretager en udsortering af hele flasker til direkte genbrug og i klare, farvede eller blandede skår til genanvendelse ved omsmelting. Indsamlede glas og flasker kan også knuses i sorteringsanlægget og leveres direkte som et skårprodukt i flere farver til genvindingsindustrien til omsmelting.

### 2.1.4 Generelle erfaringer

Erfaringerne med indsamling og sortering af kildesorteret glasemballage er, at en del af glasset udgøres af hele flasker og emballager med en mindre andel af skår samt at der forekommer urenheder som dåser, plastposer m.v.

## 2.2 Kildeopdelingssporet

Kildeopdelingssporet er oftest baseret på indsamling i delte beholdere ved husstanden eller nedgravede affaldsløsninger placeret ved boligselskaber, således at borgerne kan aflevere og får afhentet den kildeopdelte fraktion ved husstanden.

Indsamlingssystemer til kildeopdelte fraktioner af tørre, genanvendelige materialer kræver særlig opmærksomhed i forhold til indsamlingskøretøjer, evt. omlastning og fjerntransport til sorteringsanlægget.

De kildeopdelte materialer skal sorteres på automatiske sorteringsanlæg. Det er væsentligt for optimal udsortering og genanvendelse, at de indsamlede materialer under tømmeprocessen, den eventuelle omlastning og fjerntransporten ikke komprimeres men kun sammenpresses let, således at materialerne kan adskilles ved sorteringen.

Endvidere vil der være risiko for, at glasmaterialerne kan blive knust under indsamlingen og den efterfølgende omlastning m.v.

Anvendelsen af indsamlingssystemer til kildeopdelte fraktioner ved husstandene m.v. foregår primært i de sydjyske kommuner som Tønder, Aabenraa, Sønderborg, Haderslev og Esbjerg og midtjyske kommuner som Billund, Varde, Skanderborg og Odde m.v.

I Tyskland, England og Østrig er anvendelse af indsamlingssystemer til kildeopdelte fraktioner meget udbredte.

### 2.2.1 Indsamling

Kildeopdelt indsamling af glas sammen med andre tørre materialer foregår oftest ved anvendelse af 2-delte eller udelte affaldsbeholdere eller kassetter ved de private husstande og ved boligselskaberne m.v. Borgerne kan typisk aflevere glas sammen med metal og plast.

Indsamlingen foregår ved anvendelse af 2-kammer indsamlingskøretøjer, hvor det ene kammer anvendes til den kildeopdelte fraktion med glas, metal og plast og det andet kammer anvendes til papir og småt pap m.v.

Enkelte kommuner og affaldsselskaber i Danmark har indsamling af en kildeopdelte fraktion i kuber/igloer og/eller nedgravede affaldsløsninger.



## 2.2.2 Omlastning og fjerntransport

Hovedparten af kommuner, forsyningsselskaber eller affaldsselskaber med indsamling af den kildeopdelte fraktion foretager lokal omlastning af de indsamlede materialer med efterfølgende fjerntransport til sorteringsanlægget.

Omlastningen foregår typisk som en simpel omlastning fra indsamlingskøretøjerne og direkte ned i transportcontainere eller ved aflæsning i plansilo-områder med efterfølgende læsning i transportcontainere med gummiged eller andet læsseudstyr.

En fjerntransport af kildeopdelte materialer som f.eks. glas, metal og hård plast med et volumen på 60-65 m<sup>3</sup> (2 containere) vil indeholde 8-10 tons kildeopdelte materialer.

## 2.2.3 Sortering

Den kildeopdelte fraktion kræver sortering på automatiske sorteringsanlæg, hvor fraktionen gennem forskellige sorteringsprocesser adskilles i rene fraktioner af glas, metal og hård plast til genanvendelse.

De automatiske sorteringsanlæg i Danmark består typisk af en manuel forsortering af større emner og urenheder som dagrenovation, porcelæn/keramik og af hård plast til genanvendelse eller af manuel frasortering af hård plast i en senere del af sorteringsprocessen.

De automatiske processer i de automatiske sorteringsanlæg består typisk af en magnetisk fjernelse af jern m.v., en sigte til adskillelse af glas fra aluminium og plast samt en hvirvelstrømseparator til frasortering af aluminium. Hvis sorteringsprocessen ikke indeholder frasortering af hele flasker bliver glasmaterialerne knust i en glasknuser inden den videre sortering.

Glasskårfraktionen kan enten blive frasorteret som en blandet skårfraktion eller ved automatisk sortering med infra-røde processer (NIR) blive udsorteret i en klar fraktion, i farvede fraktioner og i en eller flere restfraktioner. På samme måde kan den hårde plastfraktion blive sorteret i forskellige plasttyper ved anvendelse af en ballistisk separator eller vindsigte og ved forskellige infra-røde processer (NIR).

## 2.2.4 Generelle erfaringer

Erfaringerne med indsamling og sortering af den kildeopdelte fraktion er, at den væsentligste del af glas-fraktionen udgøres af skår og en mindre andel af hele flasker og emballager som følge af indsamlingsmetoden med let presning af materialerne under tømningssprocessen og behovet for omlastning og transport.

## 2.3 Indsamlede mængder

En sammenligning af indsamlingseffektiviteten af glasemballage i forhold til potentialerne mellem kommuner med kildesorteringssporet og kildeopdelingssporet giver ikke et entydigt billede af, om indsamling af kildesorteret glas er mere effektiv end indsamling af glas i en kildeopdelt fraktion.

Den umiddelbare vurdering vil være, at den kildeopdelte indsamling af glas, metal og plast ved husstandene vil være den mest effektive med de største mængder, idet denne indsamlingsmetode er nemmest for borgerne, men der er ikke fundet evidens for dette.

Det er ikke muligt, at dokumentere dette ved de gennemførte undersøgelser af indsamlede mængder sammenholdt med de beregnede potentialer fra kommunerne (senest af Miljøstyrelsen i 2016), hvilket kan skyldes, at de registrerede mængder af indsamlet glas også indeholder mængder fra genbrugspladser og andre ordninger. Derved er mængderne afhængige af de konkrete serviceniveau i den enkelte kommune.

Endvidere vil indsamling af kildesorteret glas i kuber/igloer m.v. placeret på offentlige pladser sandsynligvis blive anvendt af mindre erhvervsdrivende og restauranter, cafeer og barer, hvorved mængden ikke er direkte sammenlignelig med en indsamling af kildeopdelte materialer ved husstande.

## 3. Danske erfaringer med sortering af glas m.v.

I de følgende afsnit vil erfaringer fra modtagelse og sortering af både kildesorterede og kildeopdelte materialer på danske sorteringsanlæg blive beskrevet på baggrund af interview med de pågældende anlæg.

De danske sorteringsanlæg er oprindeligt blevet etableret som sorteringsanlæg til kildesorterede glasmaterialer, hvor det primære formål var udsortering af hele flasker til direkte genopfyldning og afsætning af de resterende glasskår til omsmeltning til nyt glasmateriale.

I de følgende afsnit bliver de interviewede danske aktører beskrevet med historien bag sorteringsaktiviteterne og med en kort beskrivelse af sorteringsanlægget og med en generel opsamling af erfaringerne med sorteringsanlæggene i forhold til de opstillede udfordringer i afsnit 1.1.

### 3.1 Danske sorteringsanlæg

De tekniske og driftsmæssige forhold på de undersøgte danske sorteringsanlæg er sammenstillet i tabel 1.

#### 3.1.1 Dansk Affald A/S

Dansk Affald A/S er ejet af det fælleskommunale selskab Affaldsregion Nord og er oprindeligt etableret til sortering og afsætning af genanvendelige materialer fra medlemskommunerne og herunder sortering af kildesorterede glasemballager i hele flasker og skår ved en overvejende manuel frasortering af hele flasker og urenheder.

Dansk Affald A/S har i de seneste 10-15 år etableret og drevet et automatisk sorteringsanlæg til en kildeopdelte fraktion bestående af glas, metal og hårde plastemballager. Sorteringsanlægget er løbende blevet udvidet og moderniseret.

Sorteringen på sorteringsanlægget ved Dansk Affald A/S resulterer i følgende sorteringskvalitet og driftserfaringer:

- Glas-fraktionen sorteres og afsættes udelukkende i skår-fraktionerne klare og farvede skår samt blandede skår fra 0-8 mm med en andel på 85-86 % og en restfraktion indeholdende keramik/porcelæn/sten på 14-15 %. Glasfraktionerne afsættes til Reiling ApS og genanvendes 100 %.
- Metal-fraktionen sorteres i jern og aluminium og plast-fraktionen sorteres i PET og en blandede plast-mix. De sorterede fraktioner afsættes både i Danmark og i udlandet. Dansk Affald A/S har ikke oplevet problemer med kvaliteten og har ikke fået reklamationer på de sorterede fraktioner.
- Sorteringen af den kildeopdelte fraktion resulterer i en restfraktion på 7-9 % til forbrænding (plastposer, affald, pap og papir m.v.).

Dansk Affald A/S oplever ingen arbejdsmiljømæssige udfordringer (den manuelle sortering foregår i en ventileret kabine og mængden af affald er minimal) og samtidig oplever Dansk Affald A/S ingen væsentlige tekniske udfordringer på anlægget.

Slitagen på sorteringsanlægget er langt overvejende relateret til sortering og transport af glasskår og vil derfor være den samme ved uanset om der sorteres på kildesorterede eller kildeopdelte materialer.

### **3.1.2 Midtjysk FlaskeCentral MFC A/S**

MFC A/S er en privatejet virksomhed, der oprindeligt er etableret som et flaskesorteringsanlæg til kildesorteret glas-materiale og derved til sortering i hele flasker til direkte afsætning og glasskår til genanvendelse ved omsmeltnings.

MFC A/S modtager på nuværende tidspunkt både kildesorterede glas-materialer til en traditionel sortering i hele flasker og glasskår og kildeopdelte materialer med glas, metal og plast eller metal og plast.

MFC A/S driver et automatisk anlæg til både kildesorterede og kildeopdelte materialer med en vis grad af manuel sortering. Sorteringsanlægget er løbende blevet udvidet og moderniseret.

Sorteringen på sorteringsanlægget ved MFC A/S resulterer i følgende sorteringskvalitet og driftserfaringer:

- Andelen af hele flasker til direkte genbrug er ca. 40 % ved sortering af en kildesorteret fraktion fra en bringeordning og 10-15 % ved sortering af en kildeopdelt fraktion. De frasorterede glasskår afsættes som en blandet fraktion til Reiling ApS og genanvendes 100 %.
- Metal-fraktionen sorteres i jern og aluminium og plast-fraktionen sorteres i PET, dunkemix (HDPE og PP), folier og blandet plast. De sorterede fraktioner afsættes i Danmark og MFC A/S har ikke oplevet problemer med kvaliteten og har ikke fået reklamationer på de sorterede fraktioner.
- Sorteringen af den kildesorterede og kildeopdelte fraktion resulterer i en restfraktion på ca. 2 % til forbrænding (plastposer, affald, pap og papir m.v.).

MFC A/S oplever ingen arbejdsmiljømæssige udfordringer på grund af en meget lille andel af fejlsorteret affald (primært plast poser, pap og papir m.v.) og samtidig oplever MFC A/S ingen væsentlige tekniske udfordringer på anlægget.

Slitagen på sorteringsanlægget er langt overvejende relateret til sortering og transport af glasskår og vil derfor være den samme ved uanset om der sorteres på kildesorterede eller kildeopdelte materialer.

### **3.1.3 Ribe FlaskeCentral A/S (RF)**

Ribe Flaskecentral A/S er en privatejet virksomhed, der oprindeligt er etableret som et flaskesorteringsanlæg til kildesorteret glas-materiale og derved til sortering i hele flasker til direkte afsætning og glasskår til genanvendelse ved omsmeltnings.

RF A/S modtager på nuværende tidspunkt både kildesorterede glas-materialer til en traditionel sortering i hele flasker og glasskår og kildeopdelte materialer med glas, metal og plast.

RF A/S driver et automatisk anlæg til både kildesorterede og kildeopdelte materialer med en vis grad af manuel sortering. Sorteringsanlægget er løbende blevet udvidet og moderniseret.

Sorteringen på sorteringsanlægget ved Ribe Flaskecentral A/S resulterer i følgende sorteringskvalitet og driftserfaringer:

- Andelen af hele flasker til direkte genbrug er ca. 50 % ved sortering af en kildesorteret fraktion fra en bringeordning 15-20 % ved sortering af en kildeopdelte fraktion. De fraserterede glasskår afsættes som en blandet fraktion til Reiling ApS og genanvendes 100 %.
- Metal-fraktionen sorteres i jern og aluminium og plast-fraktionen sorteres i PET og blandet plast. De sortererede fraktioner afsættes i Danmark og Ribe Flaskecentral A/S har ikke oplevet problemer med kvaliteten og har ikke fået reklamationer på de sortererede fraktioner.
- Sorteringen af den kildesorterede og kildeopdelte fraktion resulterer i en restfraktion på ca. 2 % til forbrænding (plastposer, affald, pap og papir m.v.).

Ribe Flaskecentral A/S oplever ingen arbejdsmiljømæssige udfordringer på grund af en meget lille andel af fejlsorteret affald (primært plast poser, pap og papir m.v.) og samtidig oplever Ribe Flaskecentral A/S ingen væsentlige tekniske udfordringer på anlægget.

Slitagen på sorteringsanlægget er langt overvejende relateret til sortering og transport af glasskår og vil derfor være den samme ved uanset om der sorteres på kildesorterede eller kildeopdelte materialer.

### 3.1.4 Kroghs Flaskegenbrug A/S

Kroghs Flaskegenbrug A/S er en privatejet virksomhed, der er etableret som et flaskesorteringsanlæg til kildesorteret glas-materiale og derved til sortering i hele flasker til direkte afsætning og glasskår til omsmeltningsanlæg. Kroghs Flaskegenbrug har senere udvidet med et flaskeskylningsanlæg.

KF A/S modtager på nuværende tidspunkt kildesorterede glas-materialer til sortering og genbrug fra primært sjællandske kommuner og affaldsselskaber samt fra større butikskæder og andre private virksomheder.

KF A/S driver et automatisk sorteringsanlæg til kildesorterede glasmaterialer med en indledende manuel frasertering af urenheder som affald, plastposer, keramik/porcelæn, emballageglas og ukorrekte flasker med en efterfølgende automatisk flaske-oprejsning og sortering i de forskellige flaskestørrelser, farver og typer.

Sorteringen på sorteringsanlægget ved Kroghs Flaskegenbrug A/S resulterer i følgende sorteringskvalitet og driftserfaringer:

- Andelen af hele flasker til direkte genbrug er ca. 30 % ved sortering af en kildesorteret fraktion fra en bringeordning. De fraserterede glasskår afsættes som en klar og farvet fraktion til Reiling ApS og genanvendes 100 %.
- Sorteringen af den kildesorterede fraktion resulterer i en restfraktion på ca. 2 % til forbrænding (plastposer, affald, pap og papir m.v.).

Kroghs Flaskegenbrug A/S oplever ingen arbejdsmiljømæssige udfordringer på grund af en meget lille andel af fejlsorteret affald (primært plast poser, pap og papir m.v.) og samtidig oplever Kroghs Flaskegenbrug A/S ingen væsentlige tekniske udfordringer på anlægget.

Slitagen på sorteringsanlægget er langt overvejende relateret til sortering og transport af glasskår.

### 3.1.5 Randers Affaldsterminal (ejet af Randers Kommune)

Randers Affaldsterminal er et offentligt ejet affaldshåndteringscenter, der har etableret et flasketeringsanlæg til kildesortering af glas-embalage med senere udvidelser til at kunne modtage og sortere en kildeopdelte fraktion indeholdende glas, metal og plast.

RA modtager udelukkende den kildeopdelte fraktion til sortering fra den kommunale indsamlingsordning i Randers Kommune.

RA driver et automatisk sorteringsanlæg til den kildeopdelte fraktion med en indledende adskillelse af plast- og metalfraktionen og glasfraktionen efterfulgt af en automatisk sortering af metal- og plastdelen og en overvejende manuel sortering af glasfraktionen med tilhørende fjernelse af urenheder m.v.

Sorteringen på sorteringsanlægget ved Randers Affaldsterminal resulterer i følgende sorteringskvalitet og driftserfaringer:

- Glasfraktionen sorteres og afsættes udelukkende i skårfraktionerne klare og farvede skår samt en blandet restfraktion. Glasfraktionerne afsættes til Reiling ApS og genanvendes 100 %.
- Metalfraktionen sorteres i jern og aluminium og plastfraktionen sorteres i PET, HDPE og en blandet plast-mix. De sorterede fraktioner afsættes både i Danmark og Randers Affaldsterminal har ikke oplevet problemer med kvaliteten og har ikke fået reklamationer på de sorterede fraktioner.
- Sorteringen af den kildeopdelte fraktion resulterer i en restfraktion på ca. 5 % til forbrænding (plastposer, affald, pap og papir m.v.).

Randers Affaldsterminal oplever ingen arbejdsmiljømæssige udfordringer (den manuelle sortering foregår i et ventileret rum og mængden af affald er minimal) og samtidig oplever Randers Affaldsterminal ingen væsentlige tekniske udfordringer på anlægget.

Slitagen på sorteringsanlægget er langt overvejende relateret til sortering og transport af glasskår og vil derfor være den samme ved uanset om der sorteres på kildesorterede eller kildeopdelte materialer.

### 3.1.6 AFLD (Behandlingsanlæg Tarm)

AFLD (affaldscenter Tarm) er et offentligt ejet affaldsselskab, der har etableret et sorteringsanlæg til sortering af en kildeopdelte fraktion bestående af glas, metal og plast.

AFLD modtager den kildeopdelte fraktion til sortering af 2 af medlemskommunerne i affaldsselskabet.

AFLD driver et automatisk sorteringsanlæg til den kildeopdelte fraktion med en indledende adskillelse af metal- og plastfraktionen og glasfraktionen efterfulgt af en automatisk sortering af metal i jern og aluminium og en manuel frasortering af urenheder og sortering af plast.

Sorteringen på sorteringsanlægget ved AFLD resulterer i følgende sorteringskvalitet og driftserfaringer:

- Glasfraktionen sorteres og afsættes udelukkende i en blandet skårfraktion. Skårfraktionen afsættes til Reiling ApS og genanvendes 100 %.

- Metal-fraktionen sorteres i jern og aluminium og plast-fraktionen sorteres i PE og en blandet plast-mix. De sorterede fraktioner afsættes i Danmark og AFLD har ikke oplevet problemer med kvaliteten og har ikke fået reklamationer på de sorterede fraktioner.
- Sorteringen af den kildeopdelte fraktion resulterer i en restfraktion på ca. 1-2 % til forbrænding (plastposer, affald, pap og papir m.v.).

AFLD oplever ingen arbejdsmiljømæssige udfordringer (den manuelle sortering foregår i en ventileret kabine og mængden af affald er minimal) og samtidig oplever AFLD ingen væsentlige tekniske udfordringer på anlægget.

Slitagen på sorteringsanlægget er langt overvejende relateret til sortering og transport af glasskår.

### 3.1.7 Reiling Glasrecycling Danmark ApS

Reiling Glasrecycling ApS er en privatejet virksomhed ejet af den tyske Reiling koncern.

Reiling Glasrecycling ApS udspringer af det gamle Holmegaard Glasværk, der i dag er delt i to selvstændige virksomheder. Den ene virksomhed er Ardagh, der producerer glasemballage og den anden virksomhed er Reiling, der håndterer og sorterer glasskår. Reiling afsætter primært glasskårene til Ardagh, der benytter dem til produktion af glasemballage.

Reiling Glasrecycling ApS består af et næsten fuldautomatisk anlæg, hvor glasskår sorteres i forskellige farver og urenheder frasorteres. På dele af det indkommende materiale foretages der en minimal manuel sortering inden materialerne sorteres på det fuldautomatiske anlæg.

Reiling modtager på nuværende tidspunkt både kildesorteret og tidligere kildeopdelte glasmaterialer som skår og hele flasker. Ved tidligere kildeopdelte materialer forstås, at glasset har været samlet ind i kildeopdelingsporet, men efterfølgende, og inden det kommer til Reiling, er blevet frasorteret de øvrige materialer.

Reiling frasorterer derfor ikke selv de øvrige materialer fra kildeopdelingsporet, men kan konstatere et lidt højere indhold af urenheder i glas fra kildeopdelt indsamling, når det kører gennem deres sorteringsanlæg.

## 3.2 Generelle erfaringer

Sammenstillingen af de generelle erfaringer fra de gennemførte interview med de danske sorteringsaktører i forhold til de opstillede udfordringer i afsnit 1.1. vurderes at være følgende:

- Indholdet af hele flasker til direkte genbrug er højere ved kildesorteringssporet med bringeordninger (med 30-50 % af den samlede mængde) end ved husstandsindsamling i både kildesorterings- og kildeopdelingsporet (med 10-20 % af den samlede mængde). Dette begrundes primært i selve indsamlingsmetoden med færre "fald" og "blødere landinger" og behovet for omlastning ved henteordninger af den kildesorterede og den kildeopdelte fraktion.
- Indholdet af urenheder og fejlsorteringer er generelt lavt for både den kildesorterede fraktion og den kildeopdelte fraktion med et niveau på 2-5 %, dog er indholdet af fejlsorteringer af primært pap, papir og folier lidt højere i den kildeopdelte fraktion hos Dansk Affald A/S på op til 8-9 %.
- Indholdet af urenheder i form af keramik og porcelæn er generelt på samme lave niveau i både den kildesorterede og den kildeopdelte fraktion og er generelt på et lavt niveau. I praksis sendes tæt på 100 % af de indsamlede glasmængder til genbrug og genanvendelse som hele flasker og skår.

- De sorterede hele flasker til direkte genbrug afsættes primært til vinproducerende EU-lande, mens glasskårene fra de danske sorteringsanlæg afsættes til sortering og omsmelting ved Reiling ApS i Danmark.
- Prisniveauerne for afsætningen af glasskår er fra en indtægt på op til 70-80 kr. pr. tons for klare skår til en udgift på op til 200 kr. pr. tons for restfraktionen med indhold af keramik, porcelæn og sten.
- De generelle arbejdsmiljømæssige udfordringer på sorteringsanlæggene er begrænsede og med varierende omfang af manuel sortering. De manuelle sorteringer foregår med effektiv udsugning og anvendelse af relevante personlige værnemidler og samtidig er indholdet af urenheder og fejlsorteringer meget begrænsede.
- Kvaliteten af de øvrige fraktioner af metal og hård plast ved sortering af en kildeopdelt fraktion er generelt meget høje og uden påvirkninger fra indholdet af glas (afsættes til høje priser og uden reklamationer i primært Danmark og i mindre grad i udlandet).
- Den generelle slitage på sorteringsanlæggene er langt overvejende relateret til glasfraktionen og primært relateret til sortering og transport af glasskår og vil derfor være den samme ved sortering af en kildesorteret og en kildeopdelt fraktion. Øvrige anlægstekniske udfordringer kan være plastposer, folier og andre længere emner, der forekommer i både kildesorterede og kildeopdelte fraktioner.
- De væsentligste urenheder og fejlsorteringer i den kildesorterede fraktion er plastposer, plastdunke og metal og i den kildeopdelte fraktion er det primært plastposer, pap og papir. Alle disse urenheder og fejlsorteringer er forurenede og bortskaffes derfor til forbrænding (pap og papir indeholder væsker og glassplinter).

Det har ikke været muligt af konkurrencemæssige årsager, at få oplysninger om omkostningerne til sortering af de kildesorterede og kildeopdelte fraktioner, idet disse afhænger af det enkelte udbud og den enkelte aftale og samtidig afhænger af afregningen af de udsorterede materialer til genanvendelse.



**Tabel 1** Sammenstilling af de danske sorteringsanlæg

Emner	DA A/S	MFC A/S	RA A/S	Krogshs	Randers	AFLD	Reiling
Kapacitet (tons/time)	3-3,5	10/2-5*	3-6	ca. 18	ca. 1	ca. 1,5	ikke opl.
Mandskab	6-7	12	6-7	21	4	4-5	ikke opl.
Sortering glas	aut.	aut.	aut.	aut.	man.	aut.	aut.
Sortering metal	aut.	aut.	aut.	-	aut.	aut.	-
Sortering hård plast	aut.	man.	man.	-	man./aut.	man.	-
Sortering urenheder	man.	man.	man.	man.	man.	man.	man./aut.
Indhold af urenheder	3-5 %	ca. 2 %	ca. 2 %	ca. 2 %	ca. 5 %	1-2 %	ca. 2 %
Andel af hele flasker	0 %	40/15*	50/20*	30%	0 %	0 %	0 %
Andel af skår	100 %	60/85*	50/80*	70 %	100 %	100 %	100 %

\* første tal er kildesorteret og andet tal er kildeopdelt

Som det fremgår af tabel 1 er der meget stor variation i kapacitet og automatisering af processerne på de danske sorteringsanlæg.

## 4. Erfaringer med udenlandske sorteringsanlæg

I udlandet har der i mange år (mere end 10 år) været anvendt avancerede automatiske sorteringsanlæg med henblik på at sortere på tørre genanvendelige materialer kildesorteret hos husholdningerne. Sådanne anlæg er i drift i f.eks. Tyskland, England, Holland, Frankrig, Belgien, Østrig og Norge.

Typisk for mange af disse sorteringsanlæg er, at de modtager tørre materialer uden indhold af glasemballage andet end ved fejlsortering. Det er således primært i England, at en række sorteringsanlæg modtager glas sammenblandet med andre tørre materialer.

Erfaringer omkring sortering på kildeopdelte indsamlede fraktioner er søgt indhentet hos en række udenlandske eksperter og aktører med indsigt i avanceret automatisk sortering af blandede tørre materialer fra husholdningerne – og her specielt erfaringer omkring sortering på kildeopdelte fraktioner indeholdende glas.

Oplysninger indsamlet er vist i bilag 2. Disse dækker erfaringer fra Østrig, Tyskland og England hvor input fra følgende er modtaget:

- DSD (Tyskland)
- TB Hauer (Østrig)
- Mick Keogh (England)

Automatiske sorteringsanlæg, hvor der er begrænset manuel indsats i sorteringen og som er i stand til at modtage mange forskellige tørre materialer, består typisk af:

- Poseoprøver, som sørger for at materialer gøres tilgængelige.
- En sortertromle, der frasorterer små urenheder og større genanvendelige emner (f.eks. plastfolie og stort pap samt andet stort plast).
- En ballistisk separator til adskillelse af tunge og lette materialer.
- Magnet og Eddy Current separator til frasortering af jern og aluminium.
- NIR infrarød scannere til separering af plast i forskellige plasttyper/polymerer samt til udsortering af andre tørre materialer.

Såfremt glas indgår i den kildeopdelte fraktion kan sorteringsanlægget suppleres med en særlig skivesigte og vindsigte, hvorved en blandet glasfraktion indeholdende en række urenheder som porcelæn o. lign kan frasorteres ved anvendelse af en NIR-scanner. NIR-scanneren kan endvidere sortere glasset i forskellige farver.

I nedenstående tabel er oplysninger indhentet fra de udenlandske kilder opsummeret.

**Tabel 2** Opsummering af indhentede udenlandske erfaringer

Land	Erfaringer
Tyskland/ (DSD)	<p>Glas er siden 1992 indsamlet separat, som oftest kildesorteret i tre farver - klar, grøn og brun - og indsamlet via kube ordninger. Ca. 87 % af glaspotentialet er indsamlet til genanvendelse. I henhold til kilden findes der ingen sorteringsanlæg i Tyskland, der modtager glas blandet sammen med andre tørre materialer. Derimod findes en række dedikerede glassorteringsanlæg, som modtager det kildesorterede glas og finsorterer/reenser dette for urenheder. Ved glassorteringen opstår en restfraktion på i alt ca. 9 % bestående af metal (som genanvendes), diverse urenheder (f.eks. KSP) samt en ikke genanvendelig glasfraktion på 3-5 %.</p> <p>Output fra disse anlæg er en høj kvalitet glasfraktion (maks. mængde urenheder 20 gram KSP/ton, 3 gram metal/ton), som afsættes til glas-industrien.</p> <p>To store organisationer opkøber det kildesorterede glas fra de kommunale indsamlingsordninger for en pris (afhængig af kildesorteringsgrad og kvalitet) i størrelsesordenen 30 €/ton. Disse organisationer sørger for finsortering og rensning af glasfraktioner for urenheder. Omkostninger hertil er i størrelsesordenen 24-27 €/ton. Værdien af færdigoparbejdet ren glas er i størrelsesordenen 65 €/ton for grønt glas og 80 €/ton for klart og brunt glas.</p>
Østrig	<p>Østrig har ligesom Tyskland indsamlet glas separat ved kilden i rigtig mange år og har ingen intentioner om at lave dette om. I størrelsesordenen 90-95 % af glaspotentialet indsamles til genanvendelse. I henhold til kilden findes kun der én region i Østrig, hvor glas indsamles sammenblandet med andre tørre materialer. Her modtages de blandede materialer på et sorteringsanlæg, der primært udfører en manuel sortering.</p>
England	<p>I England er det meget normalt, at glas indsamles sammen med andre tørre genanvendelige materialer (som papir, pap, metal og plast) og efterfølgende sorteres på avancerede automatiske sorteringsanlæg. Iflg. en WRAP publikation<sup>1</sup> (se link nr. 1 nedenfor) tabes op til 25 % af glasmængden leveret til de ovenfor omtalte sorteringsanlæg i sorteringsprocessen. En stor del af disse 25 % anvendes i stedet som tilslag i beton eller i vej anlæg. I en publiceret rapport<sup>2</sup> (se link nr. 2 nedenfor) opgøres den samlede mængde glas til genanvendelse og heraf fremgår, at 90 % af glas leveret til samme anlæg (sammen med andre materialer) ender som output og afsættes til glasgenanvendelse og som det nævnte tilslag. Tabet er på yderligere 10 % udover det tab på 25 %, som WRAP nævner i link nr. 1.</p> <p>De nævnte avancerede sorteringsanlæg er som oftest ikke udstyret med NIR udstyr til at finsortere glas i farver og til at frasortere KSP. I stedet producerer disse anlæg to glasfraktioner, en fraktion &lt;10 mm og en fraktion &gt;10 mm (normalt 10-40 mm). Den store fraktion sendes til et dedikeret glassorteringsanlæg, som finsorterer i farver og "rengør" glasfraktionen. Den lille fraktion afsættes som tilslag til beton og vejbygning. Fordelingen og andelen af den store og lille fraktion afhænger af det enkelte sorteringsanlæg og de tilhørende sorteringsprocesser. I det glas betragtes som det mindst værdifulde materiale iblandt de tørre materialer, drives sorteringsanlæggene med fokus på at udsortere plast, metal samt papir og pap.</p> <p>Iflg. de modtagne oplysninger er de andre tørre materialer indsamlet og sorteret sammen med glas helt klart forurenet med glas, og kvaliteten af disse er påvirket af denne forurening i afsætningsmæssig sammenhæng. Dette kan have den konsekvens, at aftagere af disse materialer enten nedsætter den indvejede mængde af materialet (for at kompensere for et glasinhold) eller kræver, at baller med sorteret materiale forbehandles/reenses før det genanvendes.</p> <p>Samme ekspert oplyser, at glas i sorteringsanlægget kan give problemer i særlige</p>

Land	Erfaringer
	<p>sigter og på transportbånd – især pga. øget slitage.</p> <p>I England findes nogle enkelte små sorteringsanlæg, som er baseret på lavteknologisk sortering og megen manuel sorteringsindsats. Disse anlæg modtager normal alene de tre fraktioner glasemballage, hård plast og metaldåser indsamlet i ukomprimeret form. Disse anlæg kan i høj grad sammenlignes med de danske anlæg af samme tekniske koncept, og erfaringer fra de engelske anlæg viser ikke de samme problemer som angivet for de højteknologiske sorteringsanlæg.</p>

1)

<http://www.wrap.org.uk/sites/files/wrap/FINAL%20MRF%20glass%20case%20study.pdf>

2)

<http://www.wrap.org.uk/sites/files/wrap/MF%202016%20Q1%20Commentary%20FINAL.pdf>

## 5. Danske og udenlandske erfaringer med afsætning

### 5.1 Erfaringer med afsætning i Danmark

De fleste sorteringsanlæg i Danmark foretager sortering og afsætning af glasskår i typisk 1 eller 2 kvaliteter, mens et enkelt anlæg sorterer glasskår i op til 4 kvaliteter. Alle glasskår afsættes til genanvendelse hos Reiling ApS, der via et moderne anlæg genanvender tæt på 100 % af de indleverede mængder.

De fleste sorteringsanlæg har ikke ønsket, at oplyse priser på afsætning af deres forskellige glasfraktioner. Der er dog enkelte, der har oplyst priser på afsætning af glas til Reiling ApS.

Klart glas har den højeste værdi og giver typisk en indtægt på mellem 70-80 kr. per tons og tilsvarende vil farvede skår typisk give en indtægt på mellem 5-15 kr. per tons. Blandede skår, der er mindre end 8-10 mm eller indeholder en vis andel KSP medfører en udgift på mellem 40-200 kr. per tons.

Som det fremgår er priserne angivet med et spænd, der dækker over forskelle i kvalitet/urenheder og sandsynligvis de mængder som leverandøren er i stand til at levere.

### 5.2 Erfaringer med afsætning uden for Danmark

Som det fremgår af de indhentede oplysninger fra især Tyskland og England, kan glas indsamlet fra husholdninger uden problemer afsættes til genanvendelse, så længe kvaliteten af det indsamlede og efterbehandlede glas lever op til de standarder glasindustrien stiller til "sekundært glas" – altså brugt glas som ny råvare til glasfremstilling. Der er dog store forskelle på, hvor stor en andel af det indsamlede glas, der reelt ender hos glasindustrien.

I Tyskland er tab af glas, fremkommet ved efterbehandling (finsortering), meget lavt på 3-5%. Dette skyldes i høj grad, at glas udelukkende indsamles separat uden at være blandet sammen med andre tørre materialer. Denne separate indsamling og efterfølgende efterbehandling medfører, at glas ikke medvirker til en evt. forringelse af andre tørre materialer indsamlet til genanvendelse, idet disse ikke er blandet sammen med glas noget sted i værdikæden.

Afsætning af separat indsamlet glas i Tyskland (ofte kildesorteret i farver) er organiseret primært via to store organisationer, som modtager glas til en pris op til 30 €/ton (svarende til ca. 210 kr./ton).

I England er tabet af glas langt større end i Tyskland og udgør iflg. WRAP op til 25%, når glas indsamles i kildeopdelt sammen med andre tørre materialer, og efterfølgende sorteres på avancerede automatiske sorteringsanlæg. Glas er her som oftest indsamlet sammenblandet med andre tørre materialer (som kan være papir, pap, metal og plast).

På sorteringsanlæggene udsorteres i første led normalt to fraktioner, en blandet glasskår fraktion – som afsættes til glasindustrien, der normalt selv sorterer i farver - og en restfraktion af meget nedknuet glas og KSP – som afsættes til vejbygning og betonfremstilling. Der er ikke indhentet oplysninger om værdi af disse fraktioner.

# 6. Sammenligning af kildesorteringsspor og kildeopdelingsspor

Her redegøres for massestrøm på glas i de to spor. Det er forsøgt, at gøre rede for den samlede værdikædeøkonomi inddragende omkostninger/indtægter forbundet med indsamling/transport, sortering og afsætning. Det har imidlertid ikke været muligt, at tilvejebringe brugbare og valide oplysninger om første leds sorteringen og den efterfølgende finsortering hos Reiling ApS samt om værdien af glas i de alle de forskellige trin i værdikæden.

## 6.1 Sammenligning - glas

Hvad angår massestrøm og kvalitet/værdi af glas i de to spor kan følgende udledes (se også bilag 1 og 2 hvor indsamlede oplysninger er gengivet i flere detaljer for hver enkelt af de i tabel 3 behandlede systemer):

**Tabel 3** Sammenstilling af massestrømme m.v.

Kildesorteringsspor		
System	Massestrøm – glas	Kvalitet og værdi ved levering til Reiling
Flasker og glas til genanvendelse (kubehenteordninger direkte til Reiling)	Glas går til genanvendelse (knust glas). Tab hos Reiling i andet led er max. 2% (generelt tab)	Højeste kvalitet for hele glasmængden. Har en værdi på ca. 5 – 80 kr./ton afhængig af farve (klar eller farvet)
Flasker til genbrug og glas til genanvendelse (kubehenteordninger først til f.eks. Krogh, Ribe og Midtjysk m. fl. – videre til Reiling)	Ca. 30% til genbrug (hele flasker) og 70% til genanvendelse (Reiling). Kubeordninger giver 40% hele flasker. Henteordninger 10-15% hele flasker. Tab af glas i første led tæt på 0%. Tab hos Reiling i andet led er max. 2% (generelt tab)	Højeste kvalitet for hele glasmængden. Høj værdi på hele flasker. Samtidig højest "miljøværdi". Har en værdi på ca. 5 – 80 kr./ton afhængig af farve (klar eller farvet)
Kildeopdelingsspor		
Lavteknologisk maskinel sortering af glas blandet med metal og evt. også plast (GMP fraktion). Manuel indsats i sortering (f.eks. Midtjysk, Randers og Ribe m. fl.)	Glas går til genanvendelse (knust glas). Tab af glas i første led er meget lavt, men større end for glas fra f.eks. Krogh. Tab hos Reiling i andet led er max. 2% (generelt tab)	Højeste kvalitet for en mindre mængde farvesorteret glas. Høj kvalitet kan også opnås for en stor delmængde af blandet glas. En større andel har dog lav kvalitet og afsættes

Kildesorteringsspor		
System	Massestrøm – glas	Kvalitet og værdi ved levering til Reiling
		<p>i stedet til betonfremstilling</p> <p>Farvesorterede skår har en værdi på ca. 5 – 80 kr./ton (indtægt) afhængig af farve (klar eller farvet).</p> <p>Forventet lavere værdi af ikke farvesorteret blandet glas pga. behov for ekstra håndtering. Værdi kendes ikke, men skønnes at ligge i intervallet -40 - -200 kr./ton (altså udgift).</p>
<p>Medium teknologisk maskinel sortering af glas blandet med metal og evt. også plast (GMP fraktion). Begrænset manuel indsats i glassortering.</p>	<p>Glas går til genanvendelse (knust glas).</p> <p>Tab af glas i første led 0,6-1,0% (falder af bånd/maskiner)</p> <p>Tab hos Reiling i andet led max 2% (generelt tab).</p>	<p>Højeste kvalitet for farvesorteret glas og høj kvalitet for blandede skår. En mindre andel har lav kvalitet og afsættes i stedet til betonfremstilling</p> <p>Farvesorterede skår har en værdi på ca. 5 – 80 kr./ton ved levering til Reiling, afhængig af farve (klar eller farvet).</p> <p>Forventet lavere værdi af ikke farvesorteret blandet glas pga. behov for ekstra håndtering. Værdi forventes at ligge i intervallet -15 - -200 kr./ton (altså udgift).</p>
<p>Højteknologisk maskinel/optisk sortering. Uden manuel indsats i glassortering</p>	<p>Erfaringer UK: Normalt kun blandet glas til genanvendelse (knust glas).</p> <p>Tab af glas i første led kan i gennemsnit være 25%</p>	<p>Værdi er ikke kendt. UK anlæg giver glas en lav prioritet pga. lav pris/værdi sammenlignet med plast, metal og papir/pap.</p>

## 6.2 Oplysninger – andre materialer

Hvad angår andre forhold som kvalitet og massestrøm af andre tørre materialer som har været sammenblandet med glas under indsamling og sortering har det også været vanskeligt at skaffe komplette kvantitative oplysninger. Følgende kan udledes:

- Metal frasorteret automatisk i alle systemer kan let afsættes på markedet til normale priser som følge af høj kvalitet. Sammenblanding med glas synes ikke at give anledning til lavere priser eller vanskeligere afsætning.
- Afsætning af hård plast kan udgøre en udfordring hos flere af de danske sorteringsanlæg med manuel sortering i forskellige plasttyper. Markedet er svingende. Sorteringsanlæggene oplyser generelt, at kvaliteten af sorteret hård plast er god og accepteret hos aftagerne. Der haves ingen specifikke oplysninger om tab af plast i forbindelse med håndteringen/sorteringen på anlæggene. Det oplyses dog, at en andel på mellem 2-5% af input mængden frasorteres til forbrænding, og en stor andel af dette udgøres af plastposer.
- Fejlsorteringer i form af pap og papir indsamlet sammen med den kildeopdelte fraktion med MGP medfører oftest, at disse fraktioner afsættes til forbrænding på grund af forurening med væsker og glassplinter. Det vurderes derfor, at en kildeopdelt fraktion med glas ikke bør blandet med pap og papir.

## 6.3 Arbejdsmiljø

Alle anlægsoperatører er blevet adspurgt om arbejdsmiljøet på deres respektive anlæg. Anlægsoperatørerne oplyser, at ventilation/udsugning er installeret i alle kabiner eller områder med manuel sortering, og at personale, der foretager manuel sortering er udstyret med relevante og krævede personlige værnemidler.

Ingen af anlægsoperatørerne har givet oplysninger om ensidigt gentaget arbejde set i relation til den manuelle sortering. Alle anlægsoperatører oplyser, at arbejdsmiljøet er acceptabelt og overholder gældende lovgivning på området og flere af de danske sorteringsanlæg er arbejdsmiljøcertificeret og har fået en krone-smiley af Arbejdstilsynet.



# 7. Sammenfatning og konkluderende bemærkninger

## 7.1 Glas

Ud fra indsamlede oplysninger er følgende erfaringer fra Danmark sammenfattet omkring forskellige måder at håndtere og genanvende glasfraktionen fra husholdningerne. Endvidere er der suppleret med relevante erfaringer fra de udenlandske aktører.

### Massestrøm – tab af glas til genanvendelse:

- Ved indsamling af glas sammen med andre tørre materialer (kildeopdelt) med en efterfølgende sortering opnås en reel genanvendelse af glas på 95-99 % med de anvendte sorteringsteknologier. Generelt ses der et større tab af glas ved anvendelse af mere avanceret sorteringsteknologi, idet der på et avanceret engelsk anlæg forekommer tab af glas på op til 35 %. Det vurderes dog, at den reelle salgsværdi af glas til genanvendelse har direkte indflydelse på sorteringskvaliteten.
- Sorteringsanlæggene udtrykker samstemmende, at en høj sorteringskvalitet kræver manuel fraserterning af urenheder og fejlsorteringer, og at manuel sortering giver de høje genanvendelsesgrader for glas.

### Kvalitet af glas til genanvendelse

- Kildeopdelt indsamling af glas sammen med andre tørre materialer kræver en større manuel og teknologisk sorteringsindsats for at udsortere et eller flere glasprodukter, som glasindustrien vil acceptere at modtage (overholder kravet om maks. 20 gram urenheder per ton glas). Denne indsats sker både i første og i andet led af "behandlingskæden". Dette har konsekvens for den værdi, som kan tillægges det indsamlede glas fra husholdningerne.

### Miljøværdi/CO<sub>2</sub> besparelse:

- Indsamling af kildeopdelte fraktioner med glas eller indsamling af kildesorteret glas i beholdere ved husstanden vurderes på grund af nærheden til og et højere serviceniveau for borgerne, at give en større samlet mængde af indsamlet glas. Der findes dog ingen evidens eller valide undersøgelser, der kan understøtte eller dokumentere dette.
- Denne undersøgelse viser, at indholdet af urenheder og fejlsorteringer er større ved indsamling af kildeopdelte fraktioner ved husstanden frem for indsamling af kildesorterede fraktioner i kuber m.v. Kvaliteten og genanvendelsesgraden af glas materialet er dog næsten ens med 97-99 %.
- Separat indsamling af flasker og glas i kuber eller nedgravede affaldsløsninger m.v.(bringeordning) giver anledning til en højere grad af genbrug af hele flasker, idet indsamlingsmetoden med typisk krantømninger er skånsom.
- Indsamling af kildesorteret glas via kuber m.v. giver den største andel af hele flasker, som kan genbruges til genopfyldning efter skylning. Dette er et trin højere i affaldshierakiet, og vil normalt give en større CO<sub>2</sub> besparelse, end ved genanvendelse af knust glas.

### **Økonomi:**

Det har ikke været muligt at sætte økonomi på den samlede værdikæde knyttet til genanvendelse af glas og flasker fra husholdninger. Det er derfor ikke muligt at konkludere kvantitativt på de økonomiske forhold knyttet til de to spor. Følgende kan dog sammenfattes:

- Ved indsamling og sortering af en kildeopdelt fraktion med glas er genanvendelsesgraden meget tæt på genanvendelsesgraden for kildesorteret glas fra kuber m.v. og derved kan indsamlingsmetode og mængden af glas være afgørende for den samlede økonomi.
- Indsamling af både kildesorteret glas fra kuber m.v. og kildeopdelt glas sammen med andre genanvendelige materialer vil kræve sortering, dog vil sortering af den kildeopdelte fraktion oftest kræve større anvendelse af sorteringsteknologier. De større omkostninger til sortering kan kompenseres ved større mængder, billigere indsamling, højere serviceniveau for borgerne og afsætning af flere forskellige fraktioner til genanvendelse.

### **Arbejds miljø:**

Alle danske sorteringsanlæg oplyser, at arbejdsmiljøet er i orden, og at alle har taget de nødvendige forholdsregler, for at opretholde et acceptabelt arbejdsmiljø for de personer, der er beskæftiget med den manuelle sortering. Flere af de danske sorteringsanlæg er arbejdsmiljø-certificeret og har fået tildelt en krone-smiley af Arbejdstilsynet.

De generelle erfaringer fra de danske sorteringsanlæg viser, at der er et meget begrænset indhold af dagrenovation i både den kildeopdelte og kildesorterede fraktion og at de konstaterede urenheder og fejlsorteringer typisk er plastposer, keramik/porcelæn, pap og papir m.v.

### **Overordnede bemærkninger omkring udenlandske og danske erfaringer:**

Det kan konstateres, at der omkring glasgenanvendelse er en markant forskel på de oplevede erfaringer vedr. sortering på (og genanvendelse af) glas indsamlet sammenblandet med andre tørre materialer.

Det frarådes direkte af eksperter i Tyskland og England, at indsamle glas sammenblandet med andre tørre materialer. En årsag hertil kan være, at man i England i høj grad baserer sig på, at sortering foregår i store avancerede automatiske sorteringsanlæg. Disse modtager ofte flere fraktioner end blot glas, metal og plast i modsætning til de danske sorteringsanlæg. De er samtidig af en sådan størrelse, at manuel sortering med fokus på glas ville betyde ansættelse af en noget større stab end der normalt er på de danske anlæg – som også modtager meget færre mængder per anlæg.

En anden forskel kunne være, at glas i de engelske højteknologiske sorteringsanlæg ikke tillægges samme værdi (prioritering) som de øvrige modtagne tørre materialer som plast, metal, papir og pap. Dette er lidt i modsætning til flere sorteringsanlæg i Danmark, som har sit udspring i genanvendelse af flasker og glas.

Disse anlæg har langsomt udviklet sig til egentlige sorteringsanlæg – dog med en lavere grad af automatisering og en vis manuel sortering. Dette koncept vil ikke nødvendigvis komme til at lide under de samme problemer, som de højteknologiske anlæg.

Det skal bemærkes, at der på der på de danske sorteringsanlæg er fokus på manuel sortering til sikring af høj kvalitet og at flere af de danske sorteringsanlæg har tilkendegivet, at de meget gerne ville investere i yderligere automatisk sortering og derved øge kapaciteten, hvis mængderne og kontrakterne er til stede.

Det har ikke været muligt at regne økonomi på den samlede værdikæde. Det er derfor ikke muligt at sammenfatte på dette punkt. Beslutninger fremover hos danske kommuner bør derfor individuelt sammenligne de to spor økonomisk – ud over de øvrige parametre nævnt ovenfor.

Herunder sikres, at en sammenligning inddrager alle relevante tørre materialer for at sikre en helhed i analyse og i beslutning.

## 7.2 Konkluderende bemærkninger

På baggrund af den gennemførte undersøgelse af "fordele og ulemper ved at medtage glas som kildeopdelt fraktion til automatisk sortering" med tilhørende interview af både danske og udenlandske sorteringsanlæg kan følgende forhold konkluderes:

- Der er ud fra indsamlede erfaringer ikke fundet evidens for, at separat indsamling af glas og flasker via bringeordninger (kuber) giver en lavere indsamlet mængde end glas og flasker indsamlet via henteordninger – som enten kan være separat husstandsindsamling af glas/flasker eller kildeopdelt indsamling af flere blandede fraktioner som glas, metal og hård plast
- Værdikæden med indsamling, sortering og afsætning af kildesorteret glas via bringeordninger medfører en højere andel af direkte genbrug af hele flasker på 30-50 % af den indsamlede mængde end ved kildeopdelt/kildesorteret indsamling via henteordninger med 10-20 % af den indsamlede glasmængde. Dette medfører, at kildesorteringssporet i højere grad efterlever affaldshierakiet med størst mulig direkte genbrug.
- Den lavere andel af hele flasker i henteordninger (både kildeopdeling og kildesortering) skyldes primært tømningemetoden med anvendelse af komprimerende indsamlingskøretøjer, hvor glasmaterialerne selv ved let komprimering knuses, og behovet for omlastning af de indsamlede materialer inden transport til sorteringsanlægget.
- Halveringen af emballageafgiften, fra 160 øre til 80 øre pr. vinflasker og andre drikkeflasker uden pant i 2014, har ændret forretningsgrundlaget for sortering og afsætning af flaske til direkte genbrug. Trods dette er der flere anlæg der – med opbakning fra kommuner - fortsat frasorterer hele flasker til genbrug.
- Et genanvendelsessystem, hvor en kildeopdelt fraktion af glas, metal og hård plast eller en kildesorteret glasfraktion indsamles i beholdere ved husstanden (henteordning), vil for borgeren sandsynligvis opleves som et højere serviceniveau i forhold til indsamling via kuber. Det måtte derfor formodes at denne løsning vil give en større mængden af indsamlet glas. Denne formodning er der som nævnt ovenfor dog ikke evidens for. Der er derimod evidens for at kvaliteten som angivet i dette notat vil være lidt dårligere pga. større indhold af urenheder og fejlsorteringer
- Indsamling af en kildeopdelt fraktion indeholdende glas kan med fordel og uden problemer ved tømning og sortering indeholde metal og hård plast, idet disse fraktioner nemt kan sorteres i genanvendelige fraktioner af høj kvalitet, som markedet vil aftage. Kildeopdelte fraktioner med glas bør ikke indeholde sugende og bløde materialer som papir, pap og tekstiler, da disse kan blive forurenede med væsker og glassplinter, og bør ikke indeholde plastfolier, da glasskår m.v. kan blive "gemt" i folierne.
- Indsamling af kildesorteret glas (både hente- og bringeordninger) eller kildeopdelte fraktioner med glas (både hente- og bringeordninger) medfører ingen arbejdsmiljømæssige udfordringer, da tømningerne foregår mekanisk uden nogen kontakt med materialerne for de involverede medarbejdere.
- Indsamling af glas som en kildesorteret fraktion eller kildeopdelt fraktion med metal og hård plast medfører nogenlunde samme høje genanvendelsesgrad enten ved genbrug af flasker og/eller genanvendelse ved omsmelting til nyt glas. Iflg. Reiling er der dog et lidt større tab i forbindelse med det glas, der modtages fra den kildeopdelte fraktion (pga. urenheder som keramik, porcelæn og sten og på grund af en lidt større mængde meget fintkust glas). Samtidig har Reiling oplyst, at der er mere arbejde/sortering på glas fra kildeopdelte indsamlinger end fra kildesorterede indsamlinger.
- Indsamling og sortering af glas fra en kildeopdelt fraktion sammen med metal og plast medfører ikke øget slitage på sorteringsanlægget i forhold til en kildesorteret fraktion, idet begge

fraktioner skal sorteres og slitagen på sorteringsanlægget primært er relateret til knusning, sortering og transport af glasskår på transportbånd.

- Indsamling og sortering af glas som en kildeopdelt fraktion sammen med metal og plast medfører ikke arbejdsmiljømæssige udfordringer, idet andelen af urenheder og fejlsorteringer i form af dagrenovation generelt er meget lav.
- Indsamling og sortering af glas som en kildeopdelt fraktion sammen med metal og hård plast medfører ifølge udsagn fra de adspurgte danske sorteringsanlæg ikke forringelse af kvaliteten af metaller og den hårde plast. Det er oplyst, at disse fraktioner kan afsættes til høje priser og uden reklamationer fra modtageanlæggene. De danske sorteringsanlæg har ikke givet oplysninger om priser og kvaliteter for de afsatte produkter.
- Ved indsamling og sortering af glas som en kildesorteret eller en kildeopdelt fraktion er der generelt en mængde urenheder og fejlsorteringer på 2-5 %. Bringe/kubeordninger giver generelt den mindste mængde urenheder og fejlsorteringer. Urenhederne består af en mindre del keramik og porcelæn, plastposer, meget lidt affald samt fejlsorteringer af papir og pap. Keramik og porcelæn frasorteres til genanvendelse og de øvrige fejlsorterede materialer sendes primært til forbrænding, idet disse materialer er forurenede med væsker og glassplinter.
- De danske sorteringsanlæg angiver samstemmende, at en sikring af en høj kvalitet af de sorterede materialer til genanvendelse vil kræve en vis grad af manuel sortering til fjernelse af urenheder og fejlsorteringer.

# Bilag 1. Interview med danske sorterings- og behandlingsanlæg

## Bilag 1.1 Tekniske specifikationer for de danske anlæg

### Dansk Affald A/S

Sorteringsanlægget består i dag af følgende elementer:

- Automatisk tømning af containere med den kildeopdelte fraktion på transportbånd og manuel forsortering ved fjernelse af urenheder og større emner i en lukket sorteringskabine med effektiv udsugning.
- Magnetbånd til frasortering af jern og hvirvelstrømseparator til frasortering af aluminium.
- Adskillelse af plastdunke m.v. og glasmaterialer ved sorteringsbånd
- Sortering af plast-fraktionen i PET (ved brug af NIR-scanner) og den resterende fraktion af blandet plast (Dansk Affald overvejer yderligere sortering af hård plast).
- Sortering af klare og farvede skår (ved brug af NIR-scanner) og yderligere sortering af glasmaterialer i størrelsen 0-8 mm og en rest af KSP-materialer (glas med keramik, sten og porcelæn).

Sorteringsanlægget kører p.t. i 3-holdsdrift og har en samlet sorteringskapacitet på 18.000-20.000 tons pr. år svarende til en kapacitet på 3-3,5 tons pr. time og beskæftiger 6-7 medarbejdere.

Dansk Affald A/S har oplyst følgende erfaringer med drift og afsætning:

- Glas-fraktionen sorteres og afsættes udelukkende i skår-fraktionerne klare og farvede skår samt blandede skår fra 0-8 mm med en andel på 85-86% og en restfraktion indeholdende keramik/porcelæn/sten på 14-15 %. 100 % af glasfraktionerne afsættes til Reiling ApS.
- Metal-fraktionen sorteres i jern og aluminium og plast-fraktionen sorteres i PET og en blandet plast-mix. De sorterede fraktioner afsættes både i Danmark og i udlandet. Dansk Affald A/S har ikke oplevet problemer med kvaliteten og har ikke fået reklamationer på de sorterede fraktioner.
- Sorteringen af den kildeopdelte fraktion resulterer i en restfraktion på 3-5 % til forbrænding (plastposer, affald, pap og papir m.v.).

### Midtjysk Flaskecentral A/S (MFC A/S)

Sorteringsanlægget består i dag følgende elementer:

- Automatisk tømning af paller og containere med den kildeopdelte fraktion på transportbånd og manuel oprensning af hele flasker, manuel frasortering af plastdunke m.v. og fjernelse af urenheder og større emner. Den manuelle sortering foregår i en stor produktionshal med det samlede sorteringsanlæg.
- Magnetbånd til frasortering af jern og hvirvelstrømseparator til frasortering af aluminium.
- Adskillelse af plastdunke m.v. og glasmaterialer ved sorteringsbånd
- Manuel sortering af plast-fraktionen i PET, dunkemix (HDPE og PP), folier og en resterende fraktion med blandet plast.

- Sortering af hele flasker til direkte genbrug til opfyldning og blandede skår med et lille indhold af keramik, sten og porcelæn til eftersortering ved Reiling.

Sorteringsanlægget kører udelukkende i de almindelige dagtimer og har en kapacitet på ca. 10 tons i timen ved sortering af en kildesorteret fraktion og 2-5 tons i timen ved sortering af en kildeopdelte fraktion og beskæftiger 12 medarbejdere i tilknytning til sorteringsaktiviteten.

MFC A/S har oplyst følgende erfaringer med sortering og afsætning:

- Andelen af hele flasker til direkte afsætning til genopfyldning udgør ca. 40 % af den kildesorterede fraktion og 10-15 % af den kildeopdelte fraktion, hvilket primært skyldes indsamlingsmetoden af den kildeopdelte fraktion ved husstandene, hvor skraldebilen komprimerer affaldet for hårdt.
- Den resterende andel af glas-materialerne sorteres som en blandet skår-fraktion til afsætning til genanvendelse ved omsmelting. Skår-fraktionen indeholder en begrænset mængde keramik, sten og porcelæn og afsættes til Reiling ApS, der foretager en finsortering inden materialerne genanvendes. 100 % af den indsamlede og sorterede glas-mængde fra MFC afsættes til Reiling ApS.
- Metal-fraktionen sorteres i jern og aluminium og plast-fraktionen sorteres i PET, dunkemix (HDPE og PP), folier og blandet plast. De sorterede fraktioner afsættes i Danmark og MFC A/S har ikke oplevet problemer med kvaliteten og har ikke fået reklamationer på de sorterede fraktioner.
- Kvaliteterne af metal-andelen (jern og aluminium) og plast-andelen er ikke påvirket eller forurenede med glas-materialer og har en høj afsætningsværdi.
- Den samlede sorteringskvalitet af både den kildesorterede fraktion og den kildeopdelte fraktion resulterer i ca. 2 % frasorterede urenheder til forbrænding (plastposer og affald), dog indeholder skår-fraktionen fra den kildeopdelte et lidt større indhold af urenheder som keramik, sten og porcelæn end fra den kildesorterede fraktion.
- Sorteringen af plast-folier er den største arbejdsmiljømæssige udfordring og tilsvarende er afsætningen af de sorterede plast-materialer den største udfordring på grund af et usikkert og letpåvirkeligt marked.
- MFC A/S oplever ingen arbejdsmiljømæssige udfordringer på grund af en meget lille andel af fejlsorteret affald (primært plast poser, pap og papir m.v.)
- Afsætningen af de hele flasker foregår primært til udlandet, mens skår-fraktionen afsættes i Danmark til Reiling ApS. De sorterede metal- og plast-materialer afsættes både i Danmark og i udlandet afhængig af markedspriserne.
- MFC vurderer, at de største udfordringer med sortering af den kildeopdelte fraktion er indsamlingsmetoderne med komprimering under indsamlingen og omlastning, hvorved sorteringen bliver gjort mere besværlig.
- Slitagen på sorteringsanlægget er langt overvejende relateret til sortering og transport af glasskår
- MFC oplever, at der ved indhold af pap i den kildeopdelte fraktion med glas, metal og plast vil pap-materialet ikke være egnet til genanvendelse som følge af forurening med væsker og glassplinter.
- Samtidig oplever MFC, at andelen af urenheder i den kildeopdelte fraktion fra husstande er lidt større end i den kildesorterede fra kuber og genbrugsplads, da borgerne nemmere kan fejlsortere ved husstanden end ved aflevering på centrale pladser.

MFC vurderer, at deres sorteringsanlæg nemt kan opgraderes til en større grad af automatisk sortering, hvilket dog vil kræve en større mængde til sortering. MFC vurderer dog, at en effektiv sortering til sikring af høje kvaliteter af de sorterede materialer vil kræve en manuel forsøring.

### **Ribe Flaskecentral A/S (RF)**

Sorteringsanlægget består i dag af følgende elementer:

- Automatisk tømning af paller og containere med den kildeopdelte fraktion på transportbånd og manuel oprensning af hele flasker, manuel frasortering af plastdunke m.v. og fjernelse af urenheder og større emner. Den manuelle sortering foregår en stor produktionshal med det samlede sorteringsanlæg.
- Magnetbånd og magnetromle til frasortering af jern og hvirvelstrømseparator til frasortering af aluminium.
- Adskillelse af plastdunke m.v. og glasmaterialer ved sorteringsbånd
- Manuel sortering af plast-fraktionen i PET og en resterende fraktion som blandet plast.
- Sortering af hele flasker til direkte genanvendelse til opfyldning og blandede skår med et lille indhold af keramik, sten og porcelæn til eftersortering ved Reiling.

Sorteringsanlægget kører udelukkende i de almindelige dagtimer og har en kapacitet på 25-50 tons pr. dag afhængig af, om der skal sorteres en kildesorteret fraktion eller en kildeopdelt fraktion. RF A/S beskæftiger 13 medarbejdere.

Ribe Flaskecentral A/S har oplyst følgende erfaringer med sortering og afsætning:

- Andelen af hele flasker til direkte afsætning til genopfyldning udgør ca. 50 % af den kildesorterede fraktion og 15-20 % af den kildeopdelte fraktion.
- Den resterende andel af glas-materialerne sorteres som en blandet skår-fraktion til afsætning til genanvendelse ved omsmelting. Skår-fraktionen indeholder en begrænset mængde keramik, sten og porcelæn og afsættes til Reiling ApS, der foretager en finsortering inden materialerne genanvendes. 100 % af den indsamlede og sorterede glas-mængde afsættes til Reiling ApS.
- Metal-fraktionen sorteres i jern og aluminium og plast-fraktionen sorteres i PET og blandet plast. De sorterede fraktioner afsættes i Danmark og Ribe Flaskecentral A/S har ikke oplevet problemer med kvaliteten og har ikke fået reklamationer på de sorterede fraktioner.
- Kvaliteterne af metal-andelen (jern og aluminium) og plast-andelen er ikke påvirket eller forurenede med glas-materialer og har en høj afsætningsværdi.
- Den samlede sorteringskvalitet af både den kildesorterede fraktion og den kildeopdelte fraktion resulterer i ca. 2 % frasorterede urenheder til forbrænding (plastposer og affald), dog indeholder skår-fraktionen fra den kildeopdelte et lidt større indhold af urenheder som keramik, sten og porcelæn end fra den kildesorterede fraktion.
- Man oplever ingen arbejdsmiljømæssige udfordringer på grund af en meget lille andel af fejlsorteret affald (primært plast poser, pap og papir m.v.)
- Man oplever heller ingen væsentlige tekniske udfordringer på anlægget
- Slitagen på sorteringsanlægget er langt overvejende relateret til sortering og transport af glasskår
- Afsætningen af de sorterede plastmaterialer er den største udfordring på grund af et usikkert og letpåvirkeligt marked.
- Afsætningen af de hele flasker foregår primært til udlandet, mens skårfraktionen afsættes i Danmark til Reiling. Tilsvarende afsættes de sorterede metal- og plastmaterialer i Danmark.
- RF oplever, at andelen af urenheder i den kildeopdelte fraktion er lidt større end i den kildesorterede, da borgerne nemmere kan fejlsortere ved husstanden end ved aflevering på centrale pladser.

RF vurderer, at deres sorteringsanlæg nemt kan opgraderes til en større grad af automatisk sortering og har aktuelle planer om automatisk sortering af plast-fraktionen. RF vurderer dog, at en effektiv sortering til sikring af høje kvaliteter af de sorterede materialer vil kræve en manuel forsørgelse.

### **Kroghs Flaskegenbrug A/S**

Sorteringsanlægget har en kapacitet på 40.000-45.000 tons kildesorteret glas-materialer pr. år og beskæftiger 21 medarbejdere i tilknytning til sorteringsaktiviteten.

Sorteringsanlægget består i dag af følgende elementer:

- Automatisk indfødning af glasemballage fra containere på transportbånd, der leder emballagen ind i sorteringshal og manuel frasortering af urenheder (plastposer, affald) og ukurant emballage/flasker. Den manuelle sortering foregår i en stor produktionshal sammen med det samlede sorteringsanlæg.
- Flaskerne rejses op automatisk og sorteres ligeledes automatisk i farver og typer.
- Ukurante flasker og andet glasemballage frasortes og sorteres ud i en klar og farvet fraktion. Disse fraktioner afsættes som skår til Reiling.
- Der sorteres omkring 35.000-40.000 tons om året, hvilket svarer til ca. 18 mio. stk. flasker.

Kroghs Flaskegenbrug A/S har oplyst følgende erfaringer med sortering og afsætning:

- Andelen af hele flasker til direkte afsætning til genopfyldning udgør ca. 30 % af den kildesorterede fraktion.
- De resterende 70% afsættes til Reiling som skår.
- I forbindelse med forsøg for Københavns Kommune med kildeopdelte materialer måtte den frasorterede plast i sidste ende forbrændes. Det skyldes, at der satte sig madrester (syltetøj, karrysild mv.) på plasten, hvorpå der satte sig glasskår. Herved blev det umuligt at afsætte plasten til genanvendelse.
- Der er tidligere lavet undersøgelser, der viser, at det er en miljømæssig fordel at genbruge flaskerne frem for at genvinde dem ved omsmeltnings.
- Den samlede sorteringskvalitet af både den kildesorterede fraktion og den kildeopdelte fraktioner resulterer i ca. 2 % frasorterede urenheder til forbrænding (plastposer og affald), dog indeholder skår-fraktionen fra den kildeopdelte et lidt større indhold af urenheder som keramik, sten og porcelæn end fra den kildesorterede fraktion.
- Sorteringen medfører ikke væsentlige arbejdsmiljømæssige udfordringer.

Afsætningen af de hele flasker foregår primært til Dansk Flaskegenbrug, mens skår-fraktionen afsættes i Danmark til Reiling.

### **Randers Affaldsterminal**

Sorteringsanlægget består i dag af følgende elementer:

- Tømning af indsamlingskøretøjerne i et kar og transport af kildeopdelte fraktion på transportbånd til automatisk adskillelse af metal- og plastfraktionen og glas-fraktionen samt indledende fjernelse af metal ved overbåndsmagnet.
- Adskillelse af aluminium og plast i hvirvelstrømseparator med efterfølgende manuel sortering af plast.
- Manuel frasortering af urenheder som keramik/porcelæn, plastposer og andet affald og manuel sortering af glas-fraktionen i klare og farvede skår samt en blandet restfraktion.

Sorteringsanlægget kører i 1-holdsdrift og har en samlet sorteringskapacitet på 1.600-1.700 tons pr. år svarende til en kapacitet på ca. 1 tons pr. time og beskæftiger 5-6 medarbejdere.

Randers Affaldsterminal har oplyst følgende erfaringer med sortering og afsætning:

- Alle fraktioner sorteres og afsættes med en rest på ca. 5 % til forbrænding (folier, plastposer, andet).



- Indholdet af papir og pap i glas-fraktionen frasorteres til forbrænding pga. forurening med væsker og glassplinter.
- Det er RAs erfaringer, at kvaliteten af de sorterede fraktioner fra den kildeopdelte fraktion ikke har en forringet kvalitet og derfor nemt kan afsættes på markedet. Plastmaterialerne er den mest usikre fraktion i forhold til afsætning.
- RAs sortering medfører afsætning af alle glasmaterialerne til Reiling via DanBørs.
- RA oplyser, at glasmængden i den kildeopdelte fraktion er svagt faldende, mens andelen af plastdunke, -bøtter og -bakker er stigende.
- RA oplyser, at slitagen på anlægget primært er relateret til glasskår og primært i forhold til transportbåndene og medløberne på båndene. Slitagen fra skårene er uafhængig af, om der sorteres på kildesorteret glas (som anlægget oprindeligt er bygget til) eller den kildeopdelte fraktion.
- Sortering af metal og plast belaster ikke anlægget.

Randers Affaldsterminal oplever ingen arbejdsmiljømæssige udfordringer (den manuelle sortering foregår i et ventileret rum og mængden af affald er minimal).

### **AFLD (Behandlingsanlæg Tarm)**

Sorteringsanlægget består af følgende elementer:

- De kildeopdelte materialer aflæsses på halgulv og transporteres på transportbånd til automatisk frasortering af jern ved en overbåndsmagnet og aluminium ved en hvirvelstrømsseparator og adskillelse af glas-fraktionen.
- Manuel frasortering af urenheder som plastposer og andet affald, keramik og porcelæn samt sortering af plast-fraktionen i PE og blandet mix.
- Glasfraktionen afsættes som blandede glasskår.

Sorteringsanlægget kører i 1-holdsskift og har en samlet kapacitet på 2.000-2.500 tons pr. år svarende til ca. 1,5 tons pr. time og beskæftiger 4-5 medarbejdere.

AFLD har oplyst følgende erfaringer med sortering og afsætning:

- Alle fraktioner afsættes og sorteringen efterlader ca. 1-2 % affald til forbrænding og 0,6-1 % glassmuld, der flader af transportbåndene ved sortering.
- Glas-materialerne sorteres ved gravimetrisk sigtning i blandede skår.
- Fejlsorteret pap og papir i den kildeopdelte fraktion med glas, metal og plast bliver sendt til forbrænding, da papir/pap-delen bliver forurennet med væsker, glassplinter m.v.
- Kvaliteten af de sorterede materialer fra den kildeopdelte fraktion har ikke en forringet kvalitet og kan derfor nemt afsættes på markedet. Plastmaterialerne er den mest usikre fraktion i forhold til afsætning.
- Sorteringen medfører at ca. 99 % af glasmaterialerne kan sendes til Reiling, idet den blandede skårfraktion sendes dertil og den begrænsede glassmuld deponeres.
- Der opleves ingen arbejdsmiljømæssige udfordringer (den manuelle sortering foregår i en ventileret kabine og mængden af restaffald er minimal).
- Slitagen på anlægget er primært relateret til glas og glasskår på transportbånd m.v.

AFLD vurderer, at der ikke er økonomi i at sortere glasskårene yderligere, idet Reilings anlæg er effektivt. AFLD overvejer en maskinel sortering af plastmaterialerne og evt. en sortering i flere kategorier.

### **Reiling Danmark ApS**

Reiling Danmark ApS har oplyst følgende erfaringer med sortering og afsætning:

- Kvalitet af glasemballage indsamlet i kildesorteringssporet, kommende fra kuber, indeholder urenheder på 2-3 vægtprocent.
- Kvalitet af glasemballage indsamlet i kildesorteringssporet, kommende fra husstandsindsamling, indeholder urenheder på 4-6 vægtprocent.
- Den samlet set bedste glasembalagestrøm kommer fra kubeindsamlet glas, der har været gennem et flaskeskylteri.
- De to bedste kvaliteter som Reiling modtager er fra Dansk Affald, og udgøres af de to glasembalagestrømme af den højeste kvalitet.
- Den glasembalagestrøm som kommer fra ESØ svarer i kvalitet til den, der kommer fra flaskeskylterierne. Reiling modtager ikke den ringeste kvalitet fra ESØ anlægget, idet den afsættes til et anlæg i Tyskland.
- Den glasembalagestrøm, som kommer fra Midtjyske Flaskegenbrug, indeholder mere KSP end tilsvarende strøm fra flaskeskylterierne. Det skyldes, at Midtjysk modtager og sorterer kildeopdelt materiale.
- Med udgangspunkt i glasemballage strømmene fra flaskeskylterierne, inklusiv strømmen fra ESØ og de to bedste kvaliteter fra Dansk Affald, skal alle andre modtagende glasembalagestrømme, gennemgå mere tørring og flere sorteringer foruden at anlægshastigheden reduceres.
- Afsætningen af skår sker til Ardagh, der producerer ny glasemballage. Kvalitetskravet fra Ardagh er maksimum 20 gram urenheder pr. tons glasmateriale.

Reiling ApS oplyser, at der på de glasembalagestrømme, der kommer direkte fra kildesorteringssporet indeholder større mængder urenheder i turistsæsonen.

## **Bilag 2. Interview med udenlandske sorterings- og behandlingsanlæg**

<p>Ulrich Ix (Leiter Glasvermarktung / Head of Glass Trading Department) Deutsche Gesellschaft für Kreislaufwirtschaft und Rohstoffe mbH (DKR) Ein Unternehmen der DSD – Duales System Holding GmbH &amp; Co. KG Frankfurter Str. 720-726 51145 Köln (Porz-Eil) Tel.: +49 2203 9317 - 780 Fax: +49 2203 93 17 - 830 E-Mail: ulrich.ix@dkr.de Internet: www.dkr.de</p>	<p>1. Do you have sorting plants designed to receive a LVP fraction including glass – meaning that the plants is not just separating glass as an impurity but as positive sorting of the glass fraction</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•locality of such a plant, owner/operator, contact person.</li> <li>•efficiency in glass separation (meaning how much of the input is lost during separation)</li> <li>•quality of the positively separated glass fraction (amount of impurities)</li> <li>•does the glass effect quality of the other fractions (especially plastic but also cardboard) having glass in the co-mingled fraction during sorting. Meaning: does the presence of glass reduce the quality (and value) of e.g. the plastic sold to the plastic recycling industry)</li> <li>•technology applied for glass separation</li> </ul> <p>2. Actual experience in separation of the glass fraction as an impurity in the LVP fraction containing plastic, metal and kartonne</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•efficiency in glass separation</li> <li>•loss of quality of other fractions,</li> <li>•type of technology applied for the glass separation</li> </ul>	<p>Since 1992 in Germany glass is collected separately mostly in three colours as there are flint, green and amber. In Germany no plant is separating co-mingled LVP collection including glass. This leads to excellent quality of the final products - the furnace ready cullet. In average we have some 9,5 % residuals. These in addition are split in recyclable fractions like ferro, non-ferro metal and glass for other purposes. So finally we loose some 3 -5 % maximum. Product specifications of the glass industry for cullet give a limit of i.e. 20 g/t CSP (ceramics-stones-porcelain), 3 g/t non-ferro metals and 0.2% green in flint. This is ppm.</p> <p>In UK facilities glass from co-mingled collection is considered as low quality material and sorted by crushing and screening. Two fractions are “produced”: a) low quality glass for recycling and b) fines incl. all small waste particles going into aggregates or landfill. Year by year in UK around 600.000 tons ! of glass go into aggregates for road construction. This glass is lost for recycling.</p> <p>The purchasers of paper or plastic claim glass dust or cullet in their material they buy from MFR plants. It detroys their installations like extruders etc. So in addition to the glass loss this kind of collection is contaminating other material flows.</p>
<p>Michael Keogh Director Ings Environmental Limited Kingslodge, Silver Street, Fairburn, North Yorkshire, WF11 9JA Tel: +44 1977 607532 Mob: +44 7799 628008 E-mail:</p>	<p>As you are aware of I have communicated with Ulrich Ix about glass recycling in Europe/Germany. And he has mentioned your name and asked you to call me. I appreciate therefore your phone call to me.</p> <p>My intentions are to be informed about glass recycling in UK, especially in combination with collection of co-mingled dry recyclable from households and the subsequent centralised advanced central sorting of these dry materi-</p>	<p>Purely from a glass recyclers point of view, and that has been my background for over forty years, I would strongly oppose the co-mingled collection of recyclables.</p> <p>As you are aware, there has been a steady trend in the UK over the past few years to this method of collection with varying degrees of success (or failure) in terms of quality.</p> <p>I will address your points in the same numerical order in which they are posed.</p> <p>1. As far as I am aware no Material Recycling Facilities</p>

<p><a href="mailto:mkeogh@ingsenvironmental.co.uk">mkeogh@ingsenvironmental.co.uk</a></p>	<p>als. The reason for my interest is that I am involved in projects in Denmark including planning and implementation of new integrated schemes for collection and sorting of a separately collected co-mingled fraction from Danish households. This fraction might include dry recyclable materials as plastic, metal, cardboard and maybe glass. Paper is collected separately. A big discussion is now going on how to deal with collection and recycling of the glass fraction. Should the glass be collected separately via bring banks or single stream kerbside collection – or should it be collected kerbside together with the LVP (metal, plastic and maybe cardboard) for subsequent separation at sorting plant equipped with advanced automatic sorting equipment.</p> <p>For this purpose I have visited a few number of advanced sorting facilities in UK (e.g. the Grondon sorting plant in Colnbrook) as well as I have had dialogue with some few plant operators and looked into some few WRAP reports. It has however been very difficult to obtain digested valid information for the very specific questions I have. To enable a qualified discussion in Denmark I would therefore like to ask about the following.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Having co-mingled collection of e.g. plastic, metal, and glass with subsequent advanced automatic sorting (like at Grondon plant), which kinds of outputs of different glass qualities (and the proportions of these) will be possible to achieve in a normal equipped sorting plant. (The sorting plant is</li> </ol>	<p>(MRF's) in the UK are equipped with NIR sorters for glass, only plastic. In order to meet the glass manufacturers' specification for furnace ready cullet of 15 grammes per tonne of ceramic, stone and porcelain (CSP) several machines would be required.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a. For the reasons given above no glass goes directly from a MRF to a glass factory. Different MRF's produce different qualities of glass depending on the equipment they have and the sizes at which the glass is screened out of the process. Size is very important when processing glass as the critical contaminants, the CSP as mentioned above, is more difficult to remove when it is small. Most MRF's screen the glass in fractions from 0-10mm and 10mm-40mm. The larger fraction is then sent to a specialist glass recycler who will further process the material ready for the glass manufacturers and the smaller fraction will be used as an aggregate substitute.</li> <li>b. The ratio of how much goes into which application depends very much on the individual MRF and the collection method. Some co-mingled material is collected in compaction trucks and therefore the glass fractions can be quite small when they arrive at the MRF. Also, as glass has the least monetary value of the recyclable materials most MRF's like to get it out of the system as early as possible in order to concentrate on cleaning up the other materials.</li> <li>c. Negligible amounts are landfilled as the low grade aggregate market can accommodate this.</li> </ol> <ol style="list-style-type: none"> <li>2. The other materials are definitely effected in terms of quality when mixed with glass. Glass particles find their way into the plastic, steel and aluminium containers which results in the end markets either deducting a percentage of weight from the delivery or requiring bales to be sent elsewhere for shredding and cleaning which obviously adds considerable cost. The same applies to cardboard and paper which gets impregnated with the glass.</li> <li>3. Glass is a very abrasive material and this is another reason why MRF operators like to remove it from the process as early as possible. it causes particular problems with star screens and at transfer points which are not sufficiently protected.</li> </ol>
---	--	--

	<p>expected to be equipped with NIR sorters, maybe color camera and other equipment specialized for separating glass). The main questions are here information on</p> <p>a. How much of the input glass is actually recycled (directed to a glass factory)</p> <p>b. How much is used for other purposes (as aggregate in concrete production or sub base in road construction). (Is the reason for this that the glass industry do not want to receive this fraction – due to poor glass quality/amount of impurities etc.)</p> <p>c. How much is landfilled</p> <p>2. Does the glass (being collected together with the other dry materials) effect the quality of the other fractions being sorted out at the sorting plant (especially the plastic fraction but also cardboard and paper) having glass in the co-mingled fraction during sorting. Meaning: does the presence of glass reduce the quality (and value) of e.g. the plastic sold to the plastic recycling industry). If yes, in which way is the quality reduced and how much is the value reduced.</p> <p>3. Is the glass mixed into the delivered input and handled inside the sorting plant causing problems for specific types of equipment or for the daily operations (e.g. increased wear and tear at equipment/conveyor belts etc)</p> <p>4. Which precautions are taken at sorting plants to 1) reduce the loss of glass for recycling and 2) to avoid reduction of quality of the other co-mingled materials.</p>	<p>4. All engineers at MRF's whom I have spoken to say that glass is an ongoing problem which requires constant attention and expense in order to strive for quality.</p> <p>In summary I would advise against co-mingled collections which include glass. Bring banks are by far the best way to collect it in terms of quality. One thing we find in the UK is that the more materials you allow the consumer to co-mingle in a receptacle the more rubbish and contaminants they put in also. As an indication, when the UK collected glass solely with bring banks the average amount of CSP per tonne on incoming material was less than 500 grammes. Glass from a MRF contains anything from 6kgs to 15kgs per tonne. This illustrates problems co-mingled collections cause.</p>
--	--	---

<p>Technisches Büro Hauer Umwelt GMBH Walter Hauer +43 2262 62 223 tbhauer@tbhauer.at</p>	<p>As I read your presentation the system behind recycling the dry recyclables from households include</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• door to door separately collection of bio waste, paper, light plastic waste and residual waste from single family and multi storey houses. One bin per fraction (no twin compartment bins).</li> <li>• bring banks collection of glass and small metals (and maybe other materials)</li> </ul> <p>In connection with the above I would like to know why you handle the glass fraction as mentioned above, meaning bring bank collection and not door to door collection where glass is collected either separately or mixed with e.g. the plastic packaging fraction – and other dry recyclables. Is this because:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• this is a tradition and you don't want to change this</li> <li>• this is cheaper</li> <li>• mixing glass in the other packaging materials effect quality of the other fractions (plastics, metals, cardboard etc)</li> <li>• reduce the overall efficiency of separation of glass (due to loss of glass if this should be separated at a MRF)</li> <li>• any other explanation</li> </ul> <p>In relation to the questions mentioned above I would be happy to receive any kind of documentation (links) for the answers given. I am especially interested in information about the following</p> <p>efficiency in glass separation in case glass is collected co-mingled together with other dry</p>	<p>yes this is a tradition and the results are very good (nearly 90 to 95% of all glass from households were collected and recycled) so nobody is interested in changing this system</p> <p>I would also suggest this point, because you don't have to separate glass from the other materials!</p> <p>There is only one region in Austria with collection of Glass together with other dry recyclables, but they have not a very modern technology of sorting glass from other materials – mostly manwork!</p> <p>There is a company which produces high quality MRF sorting facilities in Austria: Binder &amp; Co: <a href="http://www.binder-co.com/index_eng.php">http://www.binder-co.com/index_eng.php</a> they must know some regions/facilities where glass is separated from other dry</p>
---	--	--

	<p>recyclables and afterwards sorted at an advanced MRF (meaning how much of the input glass is lost during separation)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• quality of the positively separated glass fraction (amount of impurities in the fine sorted glass fraction)</li> <li>• how does the glass effect quality of the other fractions (especially plastic but also cardboard) in case the glass is co-mingled collected (meaning: does the presence of glass reduce the quality (and value) of e.g. the plastic sold to the plastic recycling industry)</li> <li>• any special technology applied for sorting out the glass from the co-mingled collected materials</li> </ul>	<p>recyclables.</p>
--	---	---------------------



## **Fordele og ulemper ved at medtage glas som kildeopdelt fraktion til automatisk sortering – Opsamlende notat**

Projektet har til formål at kortlægge og vurdere de tekniske, økonomiske, arbejdsmiljømæssige og kvalitetsmæssige udfordringer ved at medtage glas til sortering i en kildeopdelt fraktion. Der bliver dermed set på fordele og ulemper ved at medtage glas i en kildeopdelt fraktion og efterfølgende foretage sortering af fraktionen. Den opnåede viden kan anvendes ved beslutning om valg af de fremtidige indsamlingssystemer for genanvendelige materialer i kommunerne.



Miljøstyrelsen  
Strandgade 29  
1401 København K

[www.mst.dk](http://www.mst.dk)