



# Renere råvarer

**Case: Optimalisering av verdikjeden for glass- og metallemballasje**

Rapport nr: 04/2019

**Avfall  
Norge**

<b>Rapport nr:</b> 04/2019	<b>Dato:</b> 23.04.2019	<b>Revidert:</b>	<b>Rev. dato:</b>
<b>Distribusjon:</b> Åpen		<b>ISSN:</b>	<b>ISBN:</b> 82-8035-045-4

**Tittel:**

Renere råvarer. Case: Optimalisering av verdikjeden for glass- og metallemballasje

**Oppdragsgiver:**

Avfall Norge

**Kontaktperson:**

Håkon Bratland/Henrik Lystad

**Forfatter(e):**

Frode Syversen  
Kathrine Kirkevaag  
Sveinung Bjørnerud

**Medforfatter(e):**

**Oppdragstaker:**

Mepex as

**Prosjektleder:**

Frode Syversen

**Emneord:**

husholdningsavfall, verdikjeder,  
glassemballasje, metallemballasje,

**Subject word:**

household waste, municipal waste, waste  
value chains, metal packaging, glas  
packaging

<b>Godkjent av</b> Henrik Lystad	<b>Dato</b> 23.04.2019	<b>Sign</b>
-------------------------------------	---------------------------	-------------

# Forord

Det pågår et trendsifte i avfallsbransjen, med økt fokus på materialgjenvinning og kvalitet på resirkulerte råvarer.

EUs reviderte avfallsrammedirektiv fra 2018 vil gjøre at nasjonal rapportering av materialgjenvinningsgrad etter hvert vil ta utgangspunkt i det som faktisk blir materialgjenvunnet og ikke som nå, det som sendes til materialgjenvinning. Samtidig har Kina og etter hvert andre land i Sørøst-Asia stilt svært strenge kvalitetskrav for import av avfallsråvarer. I Norge og Europa begynner etterspørselen etter ulike typer resirkulerte råvarer å ta seg opp. Nye industrielle nedstrømsløsninger gir økt fokus på kvalitet på råvarene som skal inn i ny produksjon.

Avfallets verdikjede er en komplisert logistikk, fra avfallet oppstår til det kan inngå som råvare i ny produksjon. Det kan gjøre det utfordrende å vite hvordan en skal sette inn tiltak for å forbedre verdikjeden med hensyn til kvalitet. Det har fram til nå ikke foreligget en metodikk for å vurdere verdikjeden helhetlig.

Avfall Norge satte derfor i gang et prosjekt for å beskrive verdikjeden for glass- og metallemballasje på en helhetlig og systematisk måte som et utgangspunkt for å gjennomføre forbedringer som kan gi renere råvarer. Valget av avfallstype er gjort blant annet for å kunne gi overføringsverdi til andre avfallstyper.

Oppdraget har vært gjennomført av Mepex AS, med Avfall Norges faggruppe for Avfallsressurser som styringsgruppe.

Prosjektet har vært helfinansiert av Avfall Norge gjennom prosjektkontingentmidler.

Henrik Lystad

Fagdirektør

<b>Prosjekt/ Project no:</b>	1436	<b>Rapportdato/ Report date:</b>	17.april.2019
		<b>Distribusjon/ Distribution:</b>	[Fyll inn]
<b>Tittel/ Title:</b>	<b>Renere råvarer – optimalisering av verdikjeden for glass- og metallemballasje</b>		
<b>Fortatter(e)/ Author(s):</b>	Frode Syversen Kathrine Kirkevaag Sveinung Bjørnerud	<b>Antall sider/ Number of pages:</b>	57
		<b>Antall vedlegg/ Attachments:</b>	1
<b>Oppdragsgiver/ Client:</b>	Avfall Norge	<b>Kontaktperson/ Contact person:</b>	Håkon Bratland
<b>Utdrag/ Excerpt:</b>			
<p>Det er gjennomført et prosjekt for å utvikle en metodikk for en helhetlig kartlegging og analyse av verdikjeder for avfall. Det er valgt å bruke verdikjeden for glass- og metallemballasje som et konkret eksempel.</p> <p>Avfall Norge ved arbeidsgruppe for Avfallsressurser initierte prosjektet og har vært en styringsgruppe for gjennomføringen. Det er identifisert et behov for en helhetlig tilnærming som kan sikre at man kan oppnå en prioritering av tiltak ut fra en kost/nytte vurdering og iverksett tiltak på rett sted i verdikjeden.</p> <p>Mepex har utført prosjektet i perioden august 2018 til mars 2019. Det er gjennomført en kartlegging av data om verdikjeden for glass- og metallemballasje, utviklet et oppsett for å beskrive verdikjeden og gjennomføre analyser og presentasjoner av resultater. Det er videre utviklet en generell veileder for analyse av verdikjeder, med vekt på fasen fra produktet oppstår som avfall til det er ny råvare.</p> <p>Kartleggingen er basert på eksisterende kilder til informasjon og foreliggende utredninger og analyser. Det er ikke gjennomført nye analyser for å forbedre datagrunnlaget. Det er innhentet opplysninger fra 7 ulike regioner/kommuner som har bidratt med å fremskaffe informasjon på regionalt nivå. Plukkanalyser av avfallsstrømmer er viktig underlag og Mepex har sammenstilt det som foreligger av slike analyser og koblet det opp mot relevant avfallsstatistikk. Det er mottatt supplerende materiale fra returselskapene Sirkel Glass og Norsk Metallgjenvinning.</p> <p>Det er lagt vekt på å beskrive materialstrømmene og relevante økonomiske data og presentere dette på en oversiktlig måte. Det vil klart være grunnlag for å videreutvikle presentasjonsformer for denne type analyser. Det er en utfordring at man kan tolke resultater på forskjellig måte og det krever at man får stor innsikt i de aktuelle forutsetninger, mv for å redusere risikoen for at man misforstår og bruker resultatene på feil måte.</p> <p>Det er også understreket i rapporten at det er usikkerhet til datagrunnlag og de ulike resultater. Det vil derfor være behov for å forbedre datagrunnlaget over tid og oppdatere analysene jevnlig, ikke minst for følge utviklingen og måle effekt av tiltak.</p> <p>Noen nøkkelresultater som kan trekkes fram som snitt for Norge:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>74 % andel materialgjenvinning for glassemballasje             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 52 % av dette gjenvinnes i ny emballasje</li> </ul> </li> <li>75 % andel materialgjenvinning for metallemballasje             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 39 % av dette kommer fra kildesortering</li> </ul> </li> <li>14,2 kg/innbygger kildesortert glass og metallemballasje fra husholdninger             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 94,5 % renhet</li> </ul> </li> <li>+ 1750 kr/tonn er verdien til aluminium hos avfallsprodusent</li> <li>- 2000 kr/tonn er verdien til glassemballasje hos avfallsprodusent</li> <li>- 1400 kr/tonn er verdien til stålemballasje hos avfallsprodusent.</li> </ul> <p>Ideelt sett bør denne type prosjekter som involverer flere ulike aktører i en verdikjede organiseres, slik at alle aktører er representert i prosjektet og deltar aktivt i å fremskaffe opplysninger og vurdere tiltak. Denne rapporten kan være et underlag for en videre prosess hvor man skal arbeide videre med å implementere tiltak. Blant annet vil det være en fordel om både vareprodusenter og råvareprodusentene i større grad blir involvert.</p>			
<b>Emneord/ Keywords:</b>	verdikjeder glassemballasje, metallemballasje	<b>Geografi/ Geography:</b>	Norge
<b>Prosjektleder/ Project manager</b>	Frode Syversen	<b>Kontrollert av/ Controlled by:</b>	[Fyll inn]

## Innhold

<b>1 Innledning .....</b>	<b>6</b>
1.1 Bakgrunn for prosjektet	6
1.2 Målsetninger	6
1.3 Gjennomføring	6
<b>2 Beskrivelse av verdikjede for glass- og metallemballasje .....</b>	<b>7</b>
2.1 Generell innledning	7
2.2 Definisjoner og avgrensinger	7
2.2.1 Glass og metallemballasje	7
2.2.2 Avgrensninger av produkter	8
2.2.3 Deler av verdikjede som inngår i analysen	8
2.2.4 Materialstrømmer som inngår	9
2.3 Aktørene i verdikjeden	9
2.3.1 Oversikt aktørene	9
2.4 Fysiske løsninger	12
2.4.1 Kildesortering av glass- og metallemballasje husholdninger	12
2.4.2 Kildesortert glass- og metallemballasje fra næring	14
2.4.3 Glass- og metallemballasje som ikke blir kildesortert	14
2.4.4 Fysiske løsninger for sortering og gjenvinning nedstrøms	14
2.5 Kvalitetskrav og avvik i kvalitet oppstrøms	16
2.5.1 Kvalitetsspesifikasjoner for sorteringsanlegg	16
2.5.2 Kvalitetskontroll og avvik	16
2.5.3 Kravspesifikasjon for klart glass til glassverk	17
2.5.4 Garantikrav til nytt sorteringsanlegg	17
2.5.5 Sammenheng mellom årsak til kvalitetsavvik og konsekvens	17
<b>3 Materialstrømanalyse .....</b>	<b>19</b>
3.1 Kildesortert mengde	19
3.2 Kvalitet kildesortert mengde husholdning	19
3.3 Mengde i restavfallet husholdning og beregninger av sorteringsgrad	21
3.4 Kvalitet kildesortert avfall næringsliv	23
3.5 Innhold i restavfallet næring og antatt sorteringsgrad	24
3.6 Mengder og materialer nedstrøms	24

3.6.1	Kvalitet på stålemballasje	25
3.6.2	Kvalitet på aluminium	25
3.7	Kunnskap om utbytte av metall fra bunnaske	26
3.8	Oppsummering av resultater fra analyse av materialstrømanalyse	27
3.8.1	Generelt	27
3.8.2	Varestrøm glassemballasje	28
3.8.3	Metallemballasje	30
3.9	Aktuelle indikatorer, usikkerhet og drøfting	32
<b>4</b>	<b>Økonomiske analyse verdikjede .....</b>	<b>33</b>
4.1	Metodisk tilnærming	33
4.2	Benchmarking	33
4.3	Kostnadsdata fra kommunecase	34
4.4	Økonomi ved sortering av glass og metallemballasje	35
4.5	Markedspriser	36
4.6	Sammenstilling av kostnader for verdikjeden	37
4.7	Drøfting og usikkerhet	39
<b>5</b>	<b>Tiltaksanalyse.....</b>	<b>40</b>
<b>6</b>	<b>Generell arbeidsmetodikk .....</b>	<b>44</b>
6.1	Oppsummering av erfaringer med glass- og metallemballasje	44
6.1.1	Kartlegging og beregninger	44
6.1.2	Beskrivelse og presentasjon	44
6.1.3	Tiltaksvurderinger	45
6.2	Elementer i en generell metodikk	45
6.2.1	Oversikt over aktuelle elementer	45
6.2.2	Kartlegging	46
6.2.3	Beskrivelse av verdikjede	48
6.2.4	Analyse	49
6.2.5	Tiltak	50
6.2.6	Organisering av gjennomføring tiltak	51
<b>7</b>	<b>Vedlegg 1 Kartlegging av verdikjede på regionalt nivå .....</b>	<b>52</b>
7.1	Utvelgelse av regioner i kartlegging	52
7.2	Oppsummering av kartleggingen	52
7.2.1	Innsamlet mengde	53

7.2.2	Kvalitet og avvik	54
7.2.3	Utstyr oppsamling og innsamling	55
7.2.4	Omlasting	57

## 1 Innledning

### 1.1 Bakgrunn for prosjektet

Avfall Norge har identifisert behov for å arbeide mer helhetlig og systematisk for å forbedre verdikjeder for avfall med stor vekt på kvalitetssikring av verdikjeden for å produsere renere råvarer innenfor rammene av en sirkulær økonomi.

Kravene til verdikjedene er under kontinuerlig utvikling, spesielt etter hvert som bruken av resirkulert råstoff får større anvendelse. Utviklingen drives fram av ambisiøse mål for materialgjenvinning i EU med fokus på nye målepunkter hvor man måler hva som faktisk blir til nye produkter.

Det er behov for en helhetlig metodikk for å identifisere forbedringspunktene på ulike steder i verdikjeden og få en helhetlig avveining av hvor tiltak for forbedringer bør prioriteres. Glass- og metallemballasje er valgt ut som aktuelt case, men ønsket er at metoden skal kunne overføres til andre avfallstyper som kan ha tilsvarende verdikjeder.

### 1.2 Målsetninger

Målet med prosjektet kan oppsummeres ut fra foreliggende prosjektbeskrivelse fra mai 2018:

- gjennomføre en analyse av verdikjeden for glass- og metallemballasje
- foreslå prioriterte forbedringsforslag i verdikjeden basert på kost/nytte
- kriterier for beste praksis for hvert ledd i verdikjeden
- resultater skal kunne brukes for standardisering av denne type analyser

### 1.3 Gjennomføring

Gjennomføringen baserer seg på tilbud fra Mepex datert 18. juni 2018. Prosjektet er i hovedsak vært gjennomført i henhold til denne planen, men den økonomiske analysen av mulige tiltak kunne vært mer omfattende. Basert på erfaringene med verdikjeden til glass- og metallemballasje er det utarbeidet en form for veileder for en generell metodikk.

Prosjektet har vært fulgt av en styringsgruppe som i praksis har vært Avfall Norge sin arbeidsgruppe for Avfallsressurser. Det har vært avholdt et par prosjektmøter og en workshop.

Returselskaper med produsentansvar for hhv. glassemballasje og metallemballasje har vært bidragsyttere til prosjektet og har også fått utkast til rapporter for å kunne gi kommentarer.



## 2 Beskrivelse av verdikjede for glass- og metallemballasje

### 2.1 Generell innledning

Det har fram til nå ikke foreligget en helhetlig beskrivelse av verdikjeden for glass og metallemballasje i Norge. Det finnes heller ingen god oppskrift eller veileder for hvordan det skal gjøres. Det er nettopp en av utfordringene i prosjektet å utvikle et bedre verktøy for å lage en god beskrivelse og analyse av verdikjeder. Denne beskrivelsen av verdikjeden er derfor utviklet i løpet av prosjektet parallelt med at det er innhentet mer kunnskap og utviklet indikatorer for hvordan man presenterer hvor effektive verdikjedene er. Erfaringene brukes for å lage en generell veiledning. Det er også et ønske om å utvikle en modell eller arbeidsform som kan være generisk og brukes for andre materialer.

Verdikjeden for glass- og metallemballasje består av mange deler og hvordan den splittes opp og beskrives må vurderes ut fra den samlede målsetning om mer effektive verdikjeder, og slik at man kan isolere mulige tiltak til spesifikke deler av verdikjeden. Målet med effektive verdikjeder er å oppnå høyverdig materialgjenvinning, god verdiskapning, lavest energiforbruk og miljøfotavtrykk, mv.

Beskrivelsen av verdikjedene omfatter følgende elementer:

- a) Definisjoner og avgrensninger
- b) Aktører i verdikjeden
- c) Fysiske løsninger
- d) Kvalitetskrav og avvik i kvalitet

Etter beskrivelsen gjennomføres selve analysen som omfatter følgende hovedpunkter:

1. Materialstrømanalyse
2. Kostnadsanalyse
3. Tiltaksanalyse

### 2.2 Definisjoner og avgrensninger

#### 2.2.1 Glass og metallemballasje

Prosjektet omfatter glass- og metallemballasje slik det er definert i gjeldende regelverk for emballasje i Norge og EU. Det er i tillegg en del andre avgrensninger som er aktuelle.

Andre produkter i glass eller metall som ikke er emballasje, men som kan inngå i de samme avfallsstrømmer inngår i prinsippet ikke i analysen, men vil normalt betraktes som forurensninger som følger med.

Metallemballasje er både emballasje i stål og aluminium som er to ulike materialer som delvis har sine separate verdikjeder. Det er ikke sett på andre metaller.

### 2.2.2 Avgrensninger av produkter

Det er valgt å holde noen typer produkter utenfor analysen for å forenkle den og bidra til en noe mer oversiktlig fremstilling. Tabell 1 viser hva som ikke inngår.

Tabell 1 Glass- og metallemballasje som ikke inngår i systembeskrivelse

System	Omfang	Kort beskrivelse
PANT-systemet til Infinitum for engangsbokser	Omfattende system for drikkevarer	Har en helt annen struktur og logistikk. Noe havner sammen med vanlig kildesortering og i restavfallet
PANT-systemet til Ringnes for ombruksflasker	Et avgrenset system for restauranter og hoteller	Lukket system som i liten grad berører andre systemer. Noe havner i kildesortert mengde fra næring.
Emballasje til kjemiprodukter som blir farlig avfall	Omfatter mye maling, lim og lakk	Har et eget system for tomt og tørt. Skal kunne leveres sammen med metall på gjenvinningsstasjon

### 2.2.3 Deler av verdikjede som inngår i analysen

Generelt deles verdikjeden inn i 4 hovedfaser. I denne analysen inngår kun fasene som er merket gult. Analysen starter når et produkt oppstår som avfall.

1	Produksjonsfasen
2	Distribusjon/salg/bruksfase
3	Avfallsinnsamling/behandling
4	Gjenvinningsfasen

For glass- og metallemballasje er det definert et hovedskille mellom fase 3 og 4 levering inn til sorteringsanlegg for glass- og metallemballasje. Det to fasene kan tydeligere defineres slik:

3. Verdikjeden fra det oppstår som avfall hos forbruker til det mottas på sorteringsanlegg (oppstrøms)
4. Verdikjeden fra innmating i sorteringsanlegg til resirkulert råvare tas inn i ny produksjon (nedstrøms)

## 2.2.4 Materialstrømmer som inngår

Materialstrømmene kan splittes i ulike delstrømmer avhengig av hvor vi er i verdikjeden. Tabell 2 viser hvordan man har delt opp materialstrømmene i aktuelle deler.

Tabell 2 – Prinsipper for inndeling av materialstrømmer

Tema	Kategorier	Forklaring
Avfallskilde	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Husholdning</li> <li>- Næring</li> </ul>	Det er et viktig hovedskille mellom husholdning og næring fram inn til felles sorteringsanlegg hvor strømmene blandes.
Avfallsstrømmer	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kildesortert avfall</li> <li>- Restavfall hentet</li> <li>- Bunnaske</li> </ul>	Det vil være noe glass- og metallemballasje i nesten alle avfallsstrømmer, men i praksis begrenses antallet til hovedstrømmer. Restavfall og blandet metall fra gjenvinningsstasjoner inngår ikke.
Materialer	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Glassemballasje</li> <li>- Jernemballasje</li> <li>- Aluminiumemballasje</li> <li>- Andre metallprodukter</li> <li>- Forurensninger</li> </ul>	Alle avfallsstrømmer består av en blanding av ulike materialer, men ut fra sorteringsanlegg er de i hovedsak splittet. Hovedmaterialene skal splittes i undergrupper, eksempelvis ulike farger på glass.
Avfallssystem	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Henteordning</li> <li>- Bringeordning</li> </ul>	For analyse av innsamlingsystemer skilles det på ulike ordninger som gir forskjellige resultater.
Produkttyper	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Drikkevareemballasje</li> <li>- Annen emballasje</li> </ul>	Det er valgt å tone ned denne inndelingen, selv om det foreligger en del kunnskap om dette.

## 2.3 Aktørene i verdikjeden

### 2.3.1 Oversikt aktørene

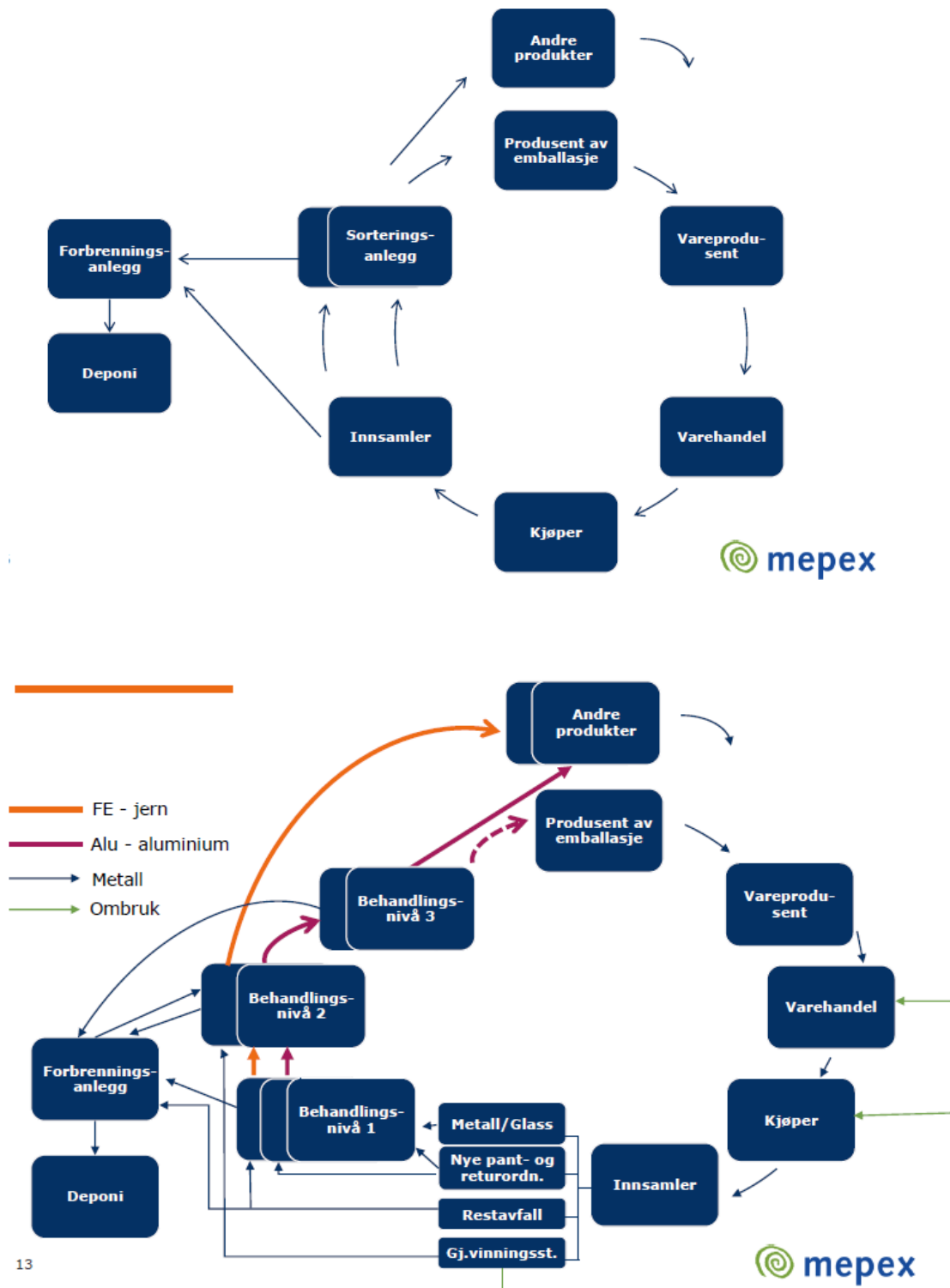
Arbeidet med å optimalisere denne typen verdikjeder bør involvere aktører som representerer ulike ledd i verdikjeden. Da kan man få en god beskrive hele verdikjeden og hvordan ulike hensyn må balanseres og hvilke valg ett sted påvirker situasjonen ett annet sted. Gjennom involvering får man forståelse og innsikt i hverandres utfordringer.

Hovedaktørene i verdikjeden for glass- og metallemballasje er vist i Tabell 3. Mellom hvert ledd i kjeden som er beskrevet er det normalt i tillegg en transportetappe. Transportørselskaper og deres sjåførere er også en aktør. Reduksjon i transportarbeid er også en del av å effektivisere verdikjeder.

Tabell 3 – Oversikt over aktørene og deres roller i verdikjeden for glass og metallemballasje

Aktør i verdikjede	Rolle i verdikjeden	Aktuell påvirkning i verdikjeden
Produsent av emballasje og tilbehør	Velger råvarer og leverandører til produksjonen.	Kan ev. etterspørre resirkulert råvare. Kan redusere materialforbruket per enhet.
Vareprodusent som bruker emballasjen (pakker/fyller)	Velger utforming og type emballasje til sine produkter.	Påvirke design, materialvalg og stille krav til emballasjeprodusent. Arbeide for standardisering og fase ut miljøfarlige stoffer. Mulighet for å optimere logistikk. Informasjonskanal forbruker.
Handelsledd som selger emballerte produkter	Selger produkter i butikk, engros, mv. Har også produksjon av egne merkevarer.	Påvirke design, materialvalg og stille krav til leverandør.  Salgspolicy som fremmer miljøvennlige valg i butikk og påvirker forbruker.
Forbrukere og bedrifter som kjøper emballerte varer	Kjøper produkter og kvitter seg med brukt emballasje.	Velge miljøvennlige løsninger og unngå unødig emballasje.  Rengjøre og kildesortere avfallet korrekt.
Avfallsselskap som henter, samler inn og leverer til behandling  - Fra husholdning - Fra bedrifter	Organisere innsamling, omlasting og transport av avfall og stille krav til utførelse av denne.	God tilrettelegging for riktig sortering, høy utsorteringsgrad, incentivordninger og informasjon om kildesortering. Tekniske løsninger for å hindre feilsortering og unngå kvalitetsforringelse ved innsamling og omlasting.  Oppfølging av dårlig sortering, avkortning og ev. avvising av lass med for dårlig kvalitet.
Sorteringsanlegg som skiller ulike materialer	Sortering av mottatt vare og produksjon av råvarer til produsenter eller «halvfabrikata».	Velge best tilgjengelig teknologi for å skille ulike materialer, fjerne fukt og feilsorteringer og sikre ensartet kvalitet.
Gjenvinningsbedrifter som oppgraderer	Prosessering av utsortert glass og metall og leverer råvarer til nye produsenter.	Bruk av teknologi for oppgradering av råvarene og fjerne forurensninger.
Industrien som bruker råstoff	Kjøper råvarer av definert kvalitet som erstatter jomfruelig råvare.	Stille krav til råvarene slik at de ikke påvirker produksjonsprosesser eller produkter negativt. Blande inn riktig andel resirkulert råvare.  Dokumentere miljøgevinst ved å velge bruk av resirkulert råvare.
Ny virksomhet med nye produkter	Innovasjonsbedrifter som bruker avfallsråvarer til nye applikasjoner.	Utvikling av ny bruk av resirkulerte råvarer til nye produkter eller via nye prosesser.

I Figur 1 er det valgt å presentere aktørene i verdikjedene for glassemballasje og metallemballasje som to separate verdikjeder. Her er også tatt med de aktørene som håndterer emballasjen som ikke blir utsortert og går inn i en sirkulær økonomi, men som går tapt i systemet.



Figur 1 Forenklet presentasjon av verdikjeden for hhv. glassemballasje og metallemballasje.

I tillegg til de aktørene som fysisk håndterer varestrømmer i verdikjeden for glass- og metallemballasje er det en del andre viktige aktører som kan ha stor påvirkning for verdikjeden og som også bør identifiseres i et arbeid for optimalisering av verdikjeder. Disse aktørene som påvirker verdikjeden kan være:

- Enheter som utøver det kommunale ansvaret
- Leverandører av kildesorteringsutstyr
- Leverandører av kjøretøy
- Leverandører av teknologi for sortering, gjenvinning, mv.
- Godkjente returselskaper for emballasje
- Interesseorganisasjoner som Avfall Norge, mv.
- Myndigheter som stiller krav til aktørene

## 2.4 Fysiske løsninger

### 2.4.1 Kildesortering av glass- og metallemballasje husholdninger

Tabell 4 viser aktuelle aktører og de fysiske løsninger som finnes i verdikjeden. Det er naturlig å skille mellom henteordning og bringeordning da de to systemløsningene gir forskjellig resultat, både når det gjelder mengde og kvalitet. Det er en økende andel av husholdningene som har en henteordning, og i løpet av 2018 har godt over 20 % av husholdningene en slik ordning. Det forventes at andel med henteordning vil fortsette å øke. Det kan medføre at bedrifter som bruker kommunale returpunkter må i større grad finne andre løsninger i fremtiden.

I tillegg blir noe glass- og metallemballasje hentet av organisasjoner uten avtale med kommune/IKS. Det utgjør liten mengde.

Metallemballasje som inngår i panteordning er generelt holdt utenom denne beskrivelsen. Det forekommer imidlertid en del pantbar drikkevareemballasje i de aktuelle strømmene. Disse er tatt ut i materialstrømanalysen som emballasje og lagt inn som annet metall.

Når det gjelder metallemballasje vil noe også leveres til gjenvinningsstasjon og sorteres sammen med annet kompleks metall. Det gjelder også tomme og tørre malingsspann. Denne metallfraksjonen leveres direkte til fragmenteringsverk for blandet metall som knuser varen og separerer ulike typer metall. Det er ikke fremskaffet noen opplysninger om denne varestrømmen som er holdt utenfor analysen. Det vurderes å være en begrenset andel.

En del metallemballasje følger også med farlig avfall til behandlingsanlegg hvor det også kan skje en separering av metall som kan sendes til materialgjenvinning.

Tabell 4 – Fysiske løsninger for kildesortering husholdninger

	Henteordning	Bringeordning
<b>Forbruker</b>	Kildesorterer glass og metall. Vasker /skyller emballasje ved behov, mellomlagrer i kjøkkenbenken før det legges i oppsamlingsenhet utendørs. Det normalt 140-660 liters beholder.	Må her lagre opp og bringe til returpunkt med bil, med sykkel eller gående. Metallemballasje som skal pantes holdes separat så langt som mulig. Ulike container-løsninger på bakken og nedgravde
<b>Innsamler</b>	Henter normalt avfallet med komprimatorbil med fast frekvens, ofte hver 8. uke. Antall tømninger per år mindre enn for andre avfallsbeholdere. Nedknusing skjer.	Samles inn ved behov eller etter fast rute, eksempelvis hver uke. Nivåmåler på containere løsninger for å tilpasse behov for tømning. Bruker ofte bil med container og kran for tømning av bunntømte containere.
<b>Mottak, omlasting, lagring</b>	Tømming av bil skjer som regel i en omlastingsstasjon, under tak eller utendørs. Betongbinger er normalt. Det finnes enkle løsninger med dårlig underlag og vegger.  Hjullaster brukes normalt for å intern flytting og lossing på bil.	Tømming av bil skjer som regel i en omlastingsstasjon, under tak eller utendørs. Betongbinger er normalt. Det finnes enkle løsninger med dårlig underlag og vegger. Noen steder skjer omlasting kun ved at container brukt for innsamling settes på bakken. Ikke behov for omlasting av materialet til annen enhet.
<b>Transport-selskap</b>	Det brukes ulike typer tilfeldig transport både med containere på bil og henger og semitrailer med walking floor. Kan ikke fylles full for å unngå overlast, noe som kan skje. Noe blir knust under transport. Varierende grad av tildekking av containere.	
<b>Sorteringsanlegg</b>	Kjøretøy tømmer i mottakslommer og det utføres en kvalitetskontroll av hvert lass.	
<b>Andre viktige aktører:</b>		
<b>Leverandør oppsamlings-utstyr</b>	Leverer ulike beholdere, blant annet med ulike typer lokk og forsterkninger for å tåle vekt.	Leverer ulike containere til returpunkter og nedgravde løsninger.
<b>Leverandør kjøretøy</b>	Leverer kjøretøy til renovasjonsbransjen. Har i begrenset grad levering av spesialutstyr for innsamling av glass- og metall-emballasje uten komprimering. Behov for nye løsninger	Henter ofte med vanlig lastebil med åpen container. Oppsamlingsenheten løftes med kran i container og tømmes via bunnluke. Komprimatorbil brukes, blant annet for vippecontainere. Større containere i byttesystem.
<b>Kommune/IKS (120 enheter)</b>	Bestemmer valg av løsning, implementerer nye løsninger, følger opp systemer, inngår kontrakter med leverandører, følger opp kontrakter innsamling, mv, informasjon overfor forbruker, kundeveiledning mv.	

### 2.4.2 Kildesortert glass- og metallemballasje fra næring

Verdikjede for glass- og metallemballasje som oppstår i bedrifter vil være relativt lik som for husholdning, men oppsamlingsutstyret og innsamlingen kan være noe forskjellig. Alle store virksomheter har normalt egne beholdere eller containere til glassemballasje, ev. kombinasjon av glass- og metallemballasje. Noen har brukt stasjonær komprimator eller glassknuser for volumreduksjon, men det er trolig lite i bruk. Det gir avkorting i pris eller avvising.

Innsamling skjer både med flatvogn i beholder eller med bruk av komprimatorbil. Kunder med større containere på 20-30 m<sup>3</sup> blir transportert direkte til mottak for næringsavfall. Alle de største private renovasjonselskaper har egne mottak.

Kvaliteten på mottakene blant private renovatører variere en god del som for husholdninger. Sirkel glass oppgir at deres erfaring basert på levert kvalitet og befaring på mottakene er at det er til dels stor innblanding av store gjenstander og annet avfall som trolig ikke kommer fra bedriftene som kildesorterer. Det er trolig begrenset kvalitetskontroll og rutiner for å fjerne feilsorteringer, mv. Transport til sentralt sorteringsanlegg skjer med samme løsninger som for det fra husholdninger.

En del næringskunder bruker kommunale returpunkter. Hvor omfattende det kan være er usikkert.

### 2.4.3 Glass- og metallemballasje som ikke blir kildesortert

Glass og metallemballasje som ikke blir kildesortert riktig vil følge andre avfallsstrømmer, men hovedsakelig havne i restavfallet:

- Restavfall hentet hos avfallskilden
- Restavfall levert gjenvinningsstasjoner (ikke inkludert i videre analyse)
- Andre typer kildesortert avfall og i pantsystemer (ikke inkludert i videre analyse)
- Forsøpling i naturen og havets bunn (ikke inkludert i videre analyse)

De fysiske løsninger i verdikjeden for restavfall fra husholdning og næring består i hovedsak av følgende elementer, uten nærmere beskrivelse i denne rapporten:

- Oppsamlingsutstyr og innsamlingskjøretøy
- Omlastingsanlegg og transportkjøretøy
- Forbehandling før forbrenning med utsortering av metall
- Forbrenning av restavfall i Norge eller eksport (Sverige)
- Behandling av bunnaske og uttak av jern- og metallholdig metaller
- Levering av metaller til videre oppgradering og til materialgjenvinning.

Det er i dag ingen operativ løsning for utsortering av glass fra ved sentral sortering av restavfall. Det finnes teknologi som trolig kan benyttes for å utsortere hel glassemballasje med roboter, samt knuste glassbiter i en finfraksjon ut fra sentral sortering (vaske- og separasjonsprosesser).

### 2.4.4 Fysiske løsninger for sortering og gjenvinning nedstrøms

Tabell 5 gir en overordnet beskrivelse av de fysiske løsninger for håndtering av glass- og metallemballasje fra det mottas på sentralt sorteringsanlegg.



Tabell 5 Beskrivelse av fysiske løsninger nedstrøms

Aktør	Beskrivelse løsning	Merknad
<b>Sorteringsanlegg kildesortert</b>	Sirkel Glass har ett anlegg som i dag driftes på maks kapasitet på 3 skift. Skal bygge nytt anlegg med kapasitetsøkning til 120 000 tonn/å på 2 skift Samlet investering er 235 mill kr og anlegget kal være klar i løpet av 2019.	Satser på moderne teknologi og produksjon av råvarer av høy kvalitet. Kan ta i bruk robot-teknologi for å erstatte dagens manuelle forsoring for å fjerne uønskede gjenstander. Får bedre løsninger for KSP og sortering av plast med NIR-enheter.
<b>Sorteringsanlegg restavfall</b>	Det er flere kategorier anlegg, men de tar ut magnetisk og ikke-magnetisk metaller for forbrenning. Nye anlegg på Romerike og i Rogaland og flere planlegges.	Det er flere anlegg under planlegging og nytt anlegg åpnet i Stavanger i 2019.
<b>Glassprodusent</b>	Det er ingen produsenter av glass drikkevareemballasje i Norge. De ferdige råvarene selges til en rekke glassprodusenter i utlandet. Hovedandelen går til Portugal	Har vært brukt til produksjon av Glava tidligere i Norge.  Mulighet for produksjon av glasstøy i glassverk.
<b>Glasopor av finstoff glass</b>	En stor andel av finstoffet sammen med KSP brukes i produksjon av glasopor. Produksjonen foregår delvis på Onsøy og delvis i Sjøk.	KSP= Keramikk, stentøy og porselen.
<b>Gjenvinner aluminium</b>	Sendes til Metalco for pressing i baller og sendes til videre prosessering i utlandet og deretter for støping i ulike produkter.	Ikke noe smeltes om i Norge nå, men gjenvinner har planer om å etablere ny saltbadsmelteovn.
<b>Gjenvinner stål</b>	Sendes til Stene Stålgjenvinning for sortering og innblanding i annet metallskrot før det går gjennom shredder.	Emballasje har innhold av tinn som man ønsker å fortynde ut ved levering til jernverk
<b>Jernverk</b>	Produserer nye produkter, eksempelvis armeringsjern.	Mye går til Celsa i Mo i Rana
<b>Aluminiumsmelteovn</b>	Flere typer teknologier aktuelle, støpekvalitet mest vanlig	Drikkevareboks og noe fra bunnaske går til Hydro Holmestrand.
<b>Forbrenningsanlegg</b>	Alt restavfall fra husholdning og næring med innhold av glass- og metallemballasje sendes til forbrenning.	En del oksiderer i prosessen og resten ender i bunnaske sammen med annet slagg.
<b>Sorteringsanlegg bunnaske</b>	Nesten all bunnaske i Norge går til anlegg som sorterer ut metaller fra bunnaske.	Produktet inneholder fremdeles en del andre rester.
<b>Deponi</b>	Resten av bunnasken.	Inneholder glassbiter.

## 2.5 Kvalitetskrav og avvik i kvalitet oppstrøms

### 2.5.1 Kvalitetsspesifikasjoner for sorteringsanlegg

Gjeldende kvalitetsspesifikasjoner for levering til Onsøy fremgår av avtalen og er tilpasset dagens teknologi ved anlegget. Feilsorteringer fjernes manuelt i anlegget så langt det er mulig, og det er krevende å oppnå en god funksjon i dette leddet. Store metallgjenstander må fjernes manuelt slik at de ikke ødelegger komponenter i anlegget, transportbånd, mv.

Tabell 6 Aktuelle kvalitetsspesifikasjoner ved levering Sirkel Glass

Kriterier for avkorting	Eksempel på avkorting per lass
Objekter større enn 160 mm	Mer enn 20 objekter gir 40 % avkorting
Sand, grus, stein, asfalt, betong ol.	10 kg per lass gir 50 % avkorting
Snø og is	Vurdere vektandel som gir grunnlag
Nedknusing	Mer enn 550 desitet gir minst 25 % avkorting
Innhold av farlig avfall	Kostnader for sortering og behandling

Nedknusing av glass medfører at kapasiteten på anlegget reduseres vesentlig, ev. at utbyttet av glass til materialgjenvinning til nytt glass synker vesentlig

Innhold av fukt og snø påvirker også sorteringen negativt og bidrar til dårligere sortering.

Sirkel Glass planlegger etablering av et nytt sorteringsanlegg på Onsøy. Det er lagt til grunn at anlegget skal kunne håndtere dagens råvarestrøm og en økende andel samlet inn via henteordning for glass- og metallemballasje fra husholdninger, noe som erfaringsvis gir høyere andel feilsortering.

### 2.5.2 Kvalitetskontroll og avvik

Sirkel Glass har en kvalitetskontroll av hver leveranser inn til anlegget. Det følges en prosedyre hvor alle lass sjekkes og ved avvik dokumenteres disse med bilder. Store gjenstander og evt. poser med avfall telles. En oversikt over alle avvik for 2017 er gjennomgått for å se på sammenheng mellom avvik og type kunde eller løsning oppstrøms. Generelt kan følgende konklusjoner trekkes:

- Om lag 10 % av leveransene har avvik.
- Det representerer et beløp på ca. 4 mill. NOK per år som ifølge Sirkel Glass dekker merkostnadene knyttet til håndtering av restavfall.
- Avvikene knyttet til feilsorteringer fordeler seg proporsjonalt i forhold til husholdning og næring i forhold til levert mengde.
- Det er vesentlig mer avvik fra næringskunder når det gjelder høy romvekt og nedknusing.
- Generelt er det vesentlige avvik knyttet til nedknusing.

### 2.5.3 Kravspesifikasjon for klart glass til glassverk

Følgende standardkrav for levering til glassverk er presentert av Sirkel Glass for klart glass. Organisk materiale inkluderer i denne sammenheng papir fra etiketter, mv. Det er veldig lave grenseverdier for KSP, keramisk glass og metaller.

- Grønt glass <0,2 %
- Brunt glass <0,2 %
- Andre farger <0,2 %
- Klart glass >99 %
- KSP 20,0 g. pr. tonn
- Keramisk glass 10,0 g. pr. tonn
- Magnetisk metall 2,0 g. pr. tonn
- Ikke-magnetisk metall 3,0 g. pr. tonn
- Organisk 300,0 g. pr. tonn
- Plast 60,0 g. pr. tonn

### 2.5.4 Garantikrav til nytt sorteringsanlegg

Ved utbygging av nytt sorteringsanlegg er det lagt til grunn at man skal oppnå de angitte kvalitetskrav på glass levert som råvare til industrien, ref. 2.5.3. Anlegget skal garantere denne kvaliteten, men det knyttes til krav på kvalitet på det som leveres inn til sorteringsanlegg. Det er satt begrensninger på en rekke parametere. Maks verdier for et

Tabell 7 Øvre grenser for innhold i råvarer levert til nytt sorteringsanlegg

Paramenter	Grenseverdi	Merknad
KSP	1/2 %	2 % gjelder ved ekstra investering
Plast	1/9 %	9% gjelder ved ekstra NIR-sort.
Magnetisk metall	11,4 %	
Ikke magnetisk metall	6,0 %	
Løst organisk materiale/papir	5,0 %	
Fuktighet	8,0 %	Aksepterer ikke snø/is

### 2.5.5 Sammenheng mellom årsak til kvalitetsavvik og konsekvens

Tabell 8 viser en oversikt over hvor i verdikjeden kvaliteten påvirkes negativt og hvor de gir størst negative konsekvenser. Informasjon om kvalitetskravene må vurderes i forhold til faktiske kvalitet i innsamlet avfall som er beskrevet i kap 3. I kap. 4 fremgår en oppsummering av tiltak for å opprettholde en god kvalitet og oppnå målet om renere råvarer.

Tabell 8 Forurensninger i glass- og metallemballasje, hvor oppstår de og hvor skaper det problemer

Forurensing	Sortering Husstand	Innsamling	Omlasting, lagring	Transport	Sentral sortering	Material- gjenvinning
Organisk avfall	Feilsort					
Plast	Feilsort				rengjøring	
KSP	Feilsort					
Stort metall, mv	Feilsort				Driftsprob.	
Snø/is			Ikke tak	Åpne løsn.	Red kapa.	
Sand, grus, mv			Fra bakken		Slitasje	
Nedknusning		Komprim.	Maskiner		red utbytte	
Annet avfall	Feilsort	I bilen	Søl, vind	I container		

### 3 Materialstrømanalyse

#### 3.1 Kildesortert mengde

Basert på en gjennomgang av kundelisten til Sirkel Glass for 2017 er det foretatt en fordeling mellom hva som kommer fra husholdning og hva som er leveranser fra næring. Resultatet er vist i Tabell 9. Husholdning står for ca. 78 % av innsamlet mengde. Det understrekes at en liten andel næringskunder kan inngå i mengden registrert som husholdninger. Kanskje det er mer riktig med 75 % fra husholdning og 25 % fra næring.

Tabell 9 viser også sammensetningen av dette avfallet basert på plukkanalyser, av både det som leveres til anlegget og det anlegget utsorteres og som leveres til videre behandling. Ukorrigerte tall ut av anlegget er mengdene Sirkel Glass rapporterer, mens for korrigerte tall er urenhetene (inkludert metall som ikke er emballasje) trukket ut.

Tabell 9 – Fordeling mengde glass- og metallemballasje – husholdning og næring, levert til og fra Onsøy-anlegget

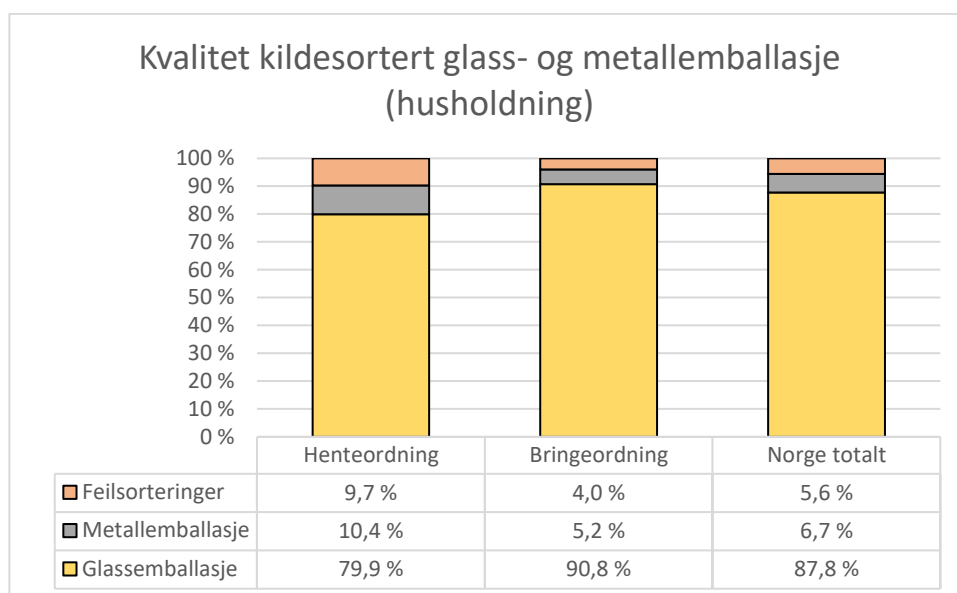
Nøkkeltall	Vekt tonn	Fordeling	Glassemb.	Metallemb.	Øvrig
Husholdning	73 472	78,1 %	64 487	4 867	4 117
Næring	20 546	21,9 %	19 335	545	666
Sum inn til anlegg	94 018	100,0 %	83 822	5 413	4 783
Ut av anlegg - ukorrigert	91 830		83 300	7 030	1 500
Ut av anlegg - korrigert	91 830		81 722	4 875	5 233

Det er rimelig god sammenheng mellom det som er fordelingen på mengden levert inn til anlegget og det som leveres ut. Dette er en viktig avstemming av ulike datakilder.

#### 3.2 Kvalitet kildesortert mengde husholdning

Basert på plukkanalyser som Mepex har utført i perioden 2015-2018 for 9 kommuner/IKS, har vi kommet fram til nøkkeltall for sammensetning av kildesortert glass- og metallemballasje vist i Figur 2. Andelen metallemballasje er vesentlig høyere for henteordning i snitt, samtidig som andelen feilsorteringer også er vesentlig høyere.

Det har tidligere ofte vært en oppfatning av at andelen metallemballasje har vært ca. 10 %, men plukkanalysene indikerer at den andelen i snitt er lavere. Det er imidlertid en del variasjoner, og i sammenstilling av plukkanalysene trekker Oslo ned snittet en del.



Figur 2 – Prosentvis sammensetning av kildesortert glass- og metallemballasje fra husholdning (vektprosent)

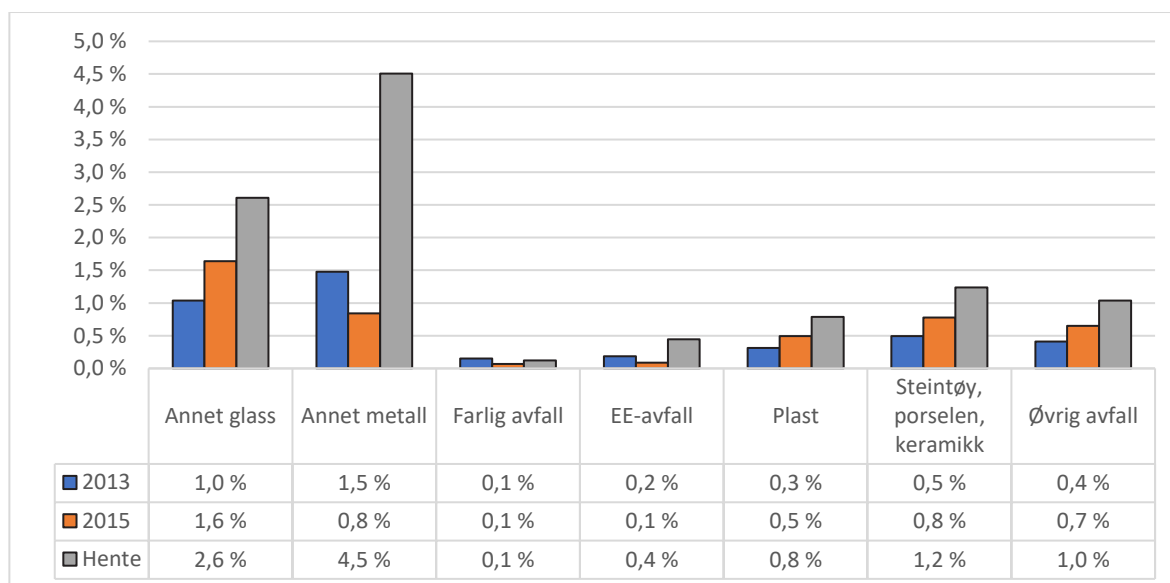
Tabell 10 viser en mer detaljert inndeling som omfatter andel drikkevareemballasje, samt andelen glass og metall som ikke er emballasje. Det er da klassifisert som feilsortering. Det fremgår at de henteordningene som er analysert har høyere andel feilsorteringer, og spesielt er andelen annet metall høy. Sett fra innbyggernes og kommunenes side, er det en utfordring å forstå hvorfor ikke annet metall kan inngå i innsamlingsordningen på linje med emballasje og sorteres ut til gjenvinning. I praksis er det hva som også faktisk skjer ved sorteringsanlegget i dag, men det påvirker både driften og kvaliteten på utsortert metall.

Tabell 10 – Prosentvis sammensetning av kildesortert glass- og metallemballasje fra husholdning (vektprosent)

Kategori	Henteordning glass/metall	Bringeordning glass/metall	Norge totalt	Kg/innbygger
Glassemballasje - drikkevare	48,7 %	66,1 %	61,3 %	8,7
Glassemballasje - annet	31,2 %	24,7 %	26,5 %	3,8
Metallemballasje	9,6 %	4,8 %	6,1 %	0,9
Metallemballasje - norsk pant	0,1 %	0,0 %	0,0 %	0,0
Metallemballasje - utenl. drikkevare	0,8 %	0,4 %	0,5 %	0,1
Annet glass	2,4 %	1,6 %	1,8 %	0,3
Annet metall	4,1 %	0,8 %	1,7 %	0,2
Øvrig avfall	3,2 %	1,6 %	2,0 %	0,3
Sum	100,0 %	100,0 %	100,0 %	14,2

Figur 3 Beregnet fordeling av feilsorteringer basert på rapport fra 2018 viser en fordeling av feilsorteringene i kildesortert glass- og metallemballasje basert på en oppsummering av ulike

analyser og beregninger basert på noen få detaljerte analyser. Det er stor usikkerhet til disse tallene.



Figur 3 Beregnet fordeling av feilsorteringer basert på rapport fra 2018<sup>1</sup>

Basert på det utvalget av kommuner som har plukkanalyser av glass- og metallemballasje så er mengde per innbygger beregnet og oppsummert i Tabell 11 Mengder kildesortert glass- og metallemballasje i kg/innbygger, per ordning. Det er i denne beregningen kanskje noe overraskende liten forskjell på disse ordninger, men det er usikkerhet til tallene pga. begrenset utvalg.

Tabell 11 Mengder kildesortert glass- og metallemballasje i kg/innbygger, per ordning

Kategori	Henteordning glass/metall	Bringeordning glass/metall	Norge totalt
Glassemballasje	13,7	12,3	12,5
Metallemballasje	1,8	0,7	0,9
Feilsorteringer	1,7	0,5	0,8
SUM	17,2	13,5	14,2

### 3.3 Mengde i restavfallet husholdning og beregninger av sorteringsgrad

I arbeidet med mer effektive verdikjeder er det også viktig å se på utbytte i verdikjedene i form av hvor mye som blir utsortert, hvor mye ligger igjen i restavfall og hvor mye tapes på veien fram til nytt råstoff.

<sup>1</sup> Kvalitet råvarer til sorteringsanlegg, foreliggende analyser, Mepex Consult for Sirkel Glass 2018

Beregning av sorteringsgrad og materialgjennvinningsgrad baserer seg på hva som tilføres markedet som en nevner i sorteringsbrøken, samt mengde materiale som blir utsortert og materialgjenvunnet.

Det er flere metoder for å gjennomføre slike beregninger og det skilles normalt mellom to hovedgrupper:

1. Varetilførselsmetoden hvor nevneren i beregning av returgrad er basert på hvor mye som settes på markedet av emballerte varer med ny emballasje (betalt vederlag + gratispassasjerer).
2. Avfallsmetoden hvor nevner i beregning av returgrad er basert på hvor mye som finnes av emballasje samlet i alle avfallsstrømmene. Denne metoden har behov for faktorer for å korrigere for mengden smuss, produktrester mv.

I begge metodene vil teller basert det som utsorteres fra avfallet og sendes materialgjenvinning. Det er netto mengde som må beregnes basert på plukkanalyser av kildesortert avfall. I det følgende er resultatet av en beregning for innhold i restavfall, basert på plukkanalyser og avfallsmengder for husholdninger (metode 2).

Tabell 12 – Mengder restavfall i kg/per innbygger, per ordning (korrigert for smuss)

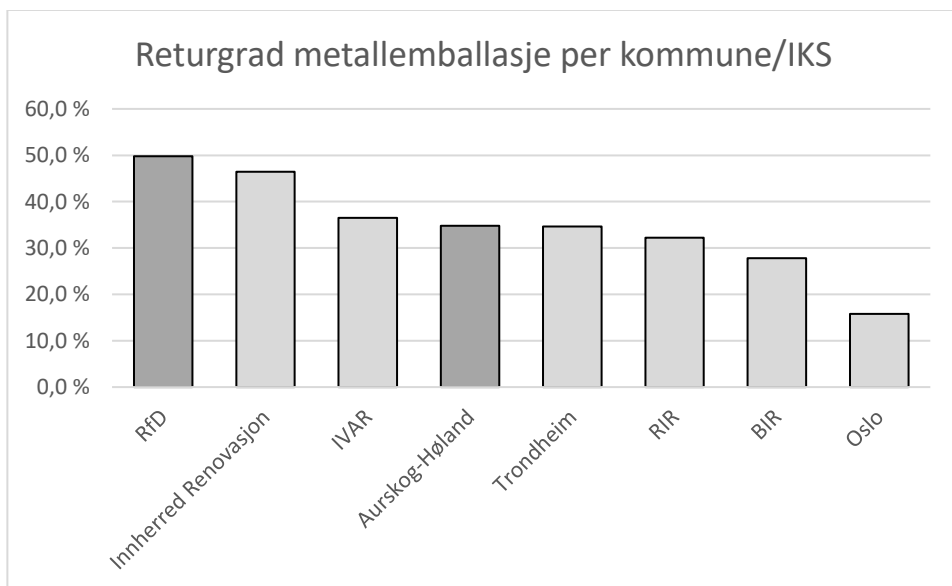
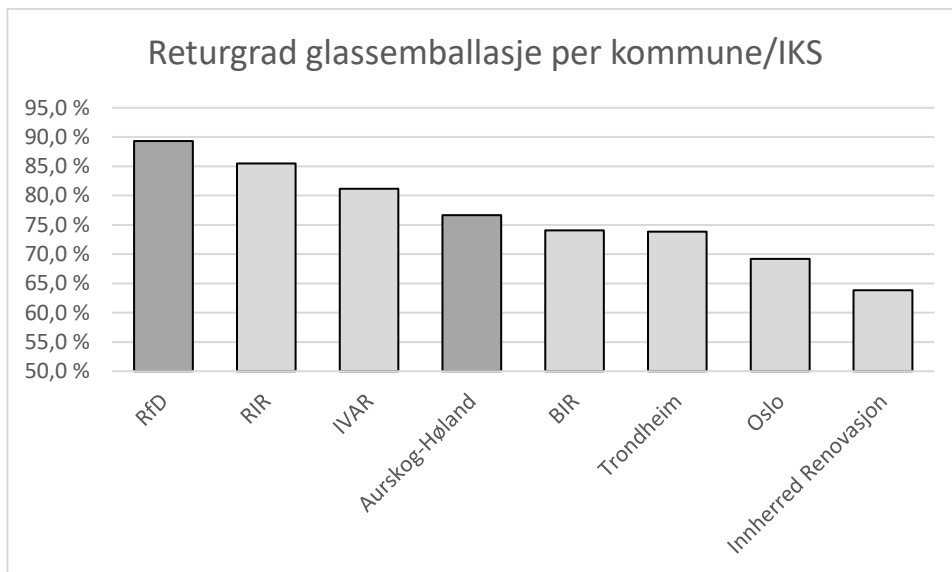
Kategori	Henteordning glass/metall	Bringeordning glass/metall	Norge totalt
Glassemballasje	2,2	4,8	4,4
Metallemballasje	1,9	2,4	2,3

Basert på mengden i restavfall og mengden i kildesortert materiale er kildesorteringsgraden beregnes for husholdninger etter avfallsmetoden. Variasjoner i returgrad mellom ulike regioner fremgår av Figur 4.

Tabell 13 Returgrad for glass- og metallemballasje fra husholdninger (vektprosent)

Kategori	Henteordning glass/metall	Bringeordning glass/metall	Norge totalt
Glassemballasje	86,5 %	70,9 %	73,2 %
Metallemballasje	48,8 %	27,0 %	32,1 %

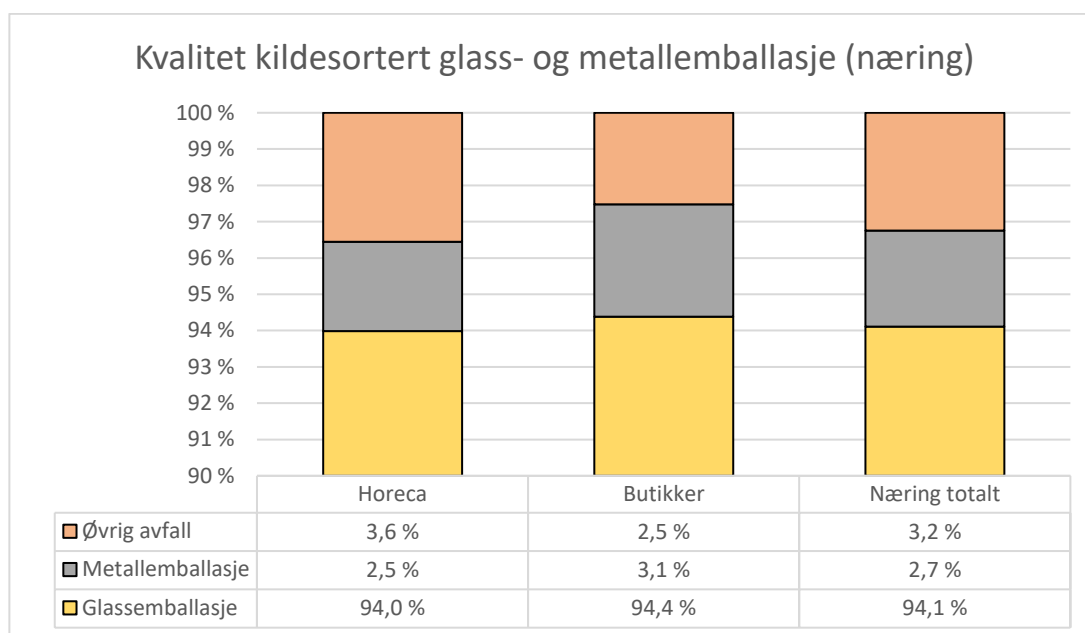




Figur 4 Kildesorteringsgrad glass- og metallemballasje beregnet for ulike regioner og kommuner

### 3.4 Kvalitet kildesortert avfall næringsliv

Det foreligger vesentlig færre plukkanalyser av glass- og metallemballasje hentet fra næringsliv. Det er gjennomført et par analyser som omfatter prøver fra ca. 10 næringskunder i hver analyse. Dette er analyser som Sirkel Glass har stått bak med praktisk bistand fra Mepex. I tillegg har Envir gjort analyser av Horeca og av butikker/dagligvare. Dette er sammenstilt ved hjelp av en antagelse om at 70 % av avfalle kommer fra Horeca og 30 % fra butikker/dagligvare. Generelt er andelen metallemballasje fra næringskunder fra, og glasset fremstår som rent, med relativt lite feilsortering.



Figur 5 – Prosentvis sammensetning av kildesortert glass- og metallemballasje fra næring (vektprosent). Merk at figuren begynner på 90 %.

### 3.5 Innhold i restavfallet næring og antatt sorteringsgrad

Det er gjort en enkel beregning for avfall fra næringsliv. Det er generelt lagt til grunn at man oppnå en returgrad for emballasje i næringslivet som er høyere enn for husholdninger:

Glassemballasje      92 %    1680 tonn/år

Metallemballasje    50 %    550 tonn/år

### 3.6 Mengder og materialer nedstrøms

Tabell 14 viser varestrømmen ut fra anlegget i 2017 (må fylles ut av Sirkel Glass). KSP (keramikk, steintøy og porselen) brukes i som innsatsfaktor ved produksjon av skumglass (Glasopor).

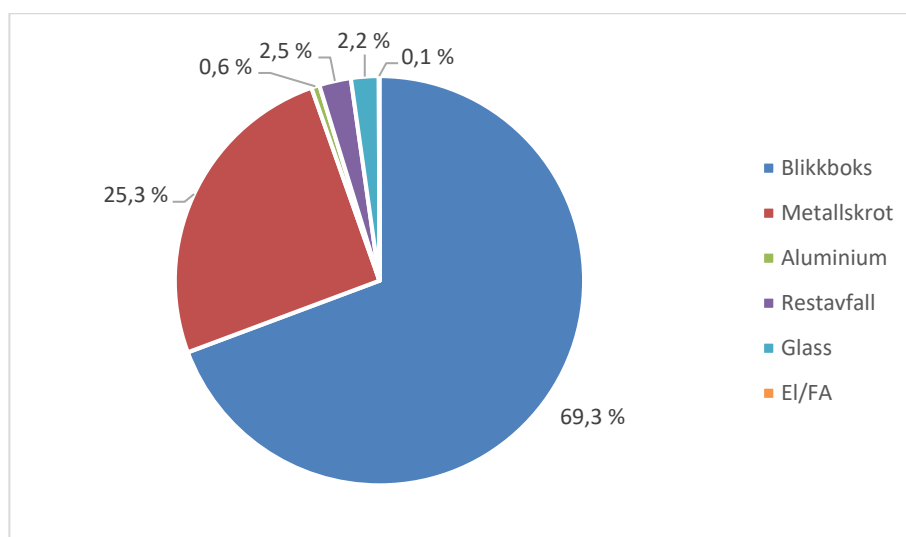
Tabell 14 Varestrømmer ut fra sorteringsanlegg til Sirkel Glass 2017

	Varestrøm tonn/år	
Klart glass	19 500	Høy grad av renhet
Farget glass	23 800	Høy grad av renhet

Finstoff til glasopor	40 000	Restprodukt
KSP til glasopor	1 750	Restprodukt
Aluminium	1 210	Har betydelig innhold urenheter
Stål/blikk	5 820	Har betydelig innhold urenheter
Restavfall	1 500	Til forbrenning

### 3.6.1 Kvalitet på stålemballasje

Norsk Metallgjenvinning har fått utført analyser av kvaliteten på varer ut fra sorteringsanlegget på Onsøy. Vi har ikke fått detaljer om metode for utvalg til analyse. Det er usikkerhet til hvor representative analysene er. Det fremgår av Figur 6 at kun 69 % av innholdet er stålemballasje, mens 25 % er annet magnetisk metall (kompleksjern)



Figur 6 Sammensetning av magnetisk metall ut fra sorteringsanlegg

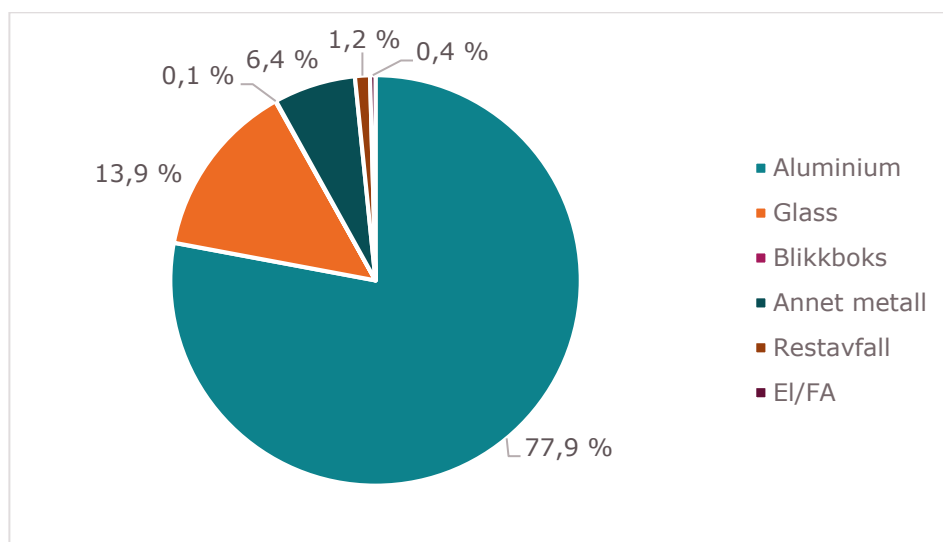
Blikkemballasje sendes til mottak for metall hvor det blandes inn sammen med annet metallskrot og sendes gjennom shredderlegg og fortinnet metallemballasje tynnes ut i en større varestrom før den sendes til jernverk for omsmelting og produksjon av armeringsstål. Celsa angir at det medgår ca. 1127 kilo skrapjern per tonn nytt metallprodukt.

### 3.6.2 Kvalitet på aluminium

Norsk Metallgjenvinning har fått utført nye analyser av kvaliteten på varer ut fra sorteringsanlegget på Onsøy. Vi har ikke fått detaljer om metode for utvalg til analyse. Det er usikkerhet til hvor representative analysene er. Det fremgår at 78 % av innholdet er aluminiumemballasje og at 14 % er glass, ref. Figur 7 Sammensetning av aluminium ut fra sorteringsanlegg.

Aluminium sendes til pressing hos Metallco før det eksporteres til utlandet for videre prosessering. Det har vært begrenset mulighet å få ut detaljer om denne verdikjeden og det er indikasjoner på at det blir i støpekvalitet som inngår i støperiprodukter.

Til sammenligning blir aluminiumboks fra Infinitum leveret til Hydro Holmestrand for produksjon av nye valseprodukter som går til byggsektoren. Det er da resirkulering på høyere kvalitetsnivå enn det som brukes i støpeprodukter.



Figur 7 Sammensetning av aluminium ut fra sorteringsanlegg

### 3.7 Kunnskap om utbytte av metall fra bunnaske

Restavfall fra husholdning og næring blir samlet inn og sendt til energigjenvinning. Utvinning av metaller fra bunnasken er en normal løsning i Norge og dag og skjer både ved stasjonære og mobile anlegg.

Under forbrenningen av restavfall vil noe av metallet oksideres. Det er et diskusjonspunkt hvor stor andel dette er, men litteraturen sier at 5-55 % av aluminiumet havner i flyveasken eller som oksiderte partikler i bunnasken og havner i avfallsstrøm hvor det i dag ikke gjenvinnes. Av det metallet som ligger igjen i bunnasken, er det ikke mulig å få ut alt.

Anleggene i Norge angir at de klarer å få ut mellom 78-84 % metaller fra bunnasken i dag. Samlet utbytte av ikke-magnetisk metall fra restavfallet er ved rapportering fra NMG til Miljødirektoratet i 2017 på 62 %<sup>2</sup>. Det er usikkerhet til metoden for å måle metall ut fra bunnasken da det er en del av denne mengden som ikke er metall, men annen forurensning som følger med.

Tabell 15 Utbytte av metaller ved gjenvinning av metaller fra bunnaske

<sup>2</sup> Gjenvinning av metaller fra forbrenningsaske, notat fra Mepex 20.03.2018

	Oksidasjon	Uttak av metaller fra bunnasken (andel av total mengde metaller i bunnasken)	Samlet utbytte av metaller i restavfallet
<b>Magnetisk metall</b>	Ca. 10 %	84 % (80-85 %)	76 %
<b>Ikke-magnetisk metall</b>	Ca. 20 %	78 % (75-80 %)	62 %

Materialstrømsanalyse baseres på at innholdet av emballasje i restavfallet oppnår samme utbytte som snittet for alt metall i restavfallet fra forbrenning. Man får dermed direkte mengde emballasje og tar ikke med annet metall i beregningen.

Når det gjelder kvalitet på metaller fra bunnaske i forhold til kravene i industrien, er det ikke fremskaffet mye relevant informasjon. Magnetisk fraksjon blir normalt blandet med andre råvarer i shredderanlegg for å forbedre kvaliteten og sender det samlet til Jernverk. Det er kilder som påpeker at kvaliteten ikke er god og skaper mer tap ved omsmelting. Aluminium sendes fra de norske anleggene for behandling av bunnaske til oppgradering hos Scandmetals i Danmark. Anlegget har teknologi for oppgradering av aluminium og kan sortere ut støpeprodukter fra valsede produkter med X-ray teknologi. Valsekvalitet sendes til Hydro Aluminium og inngår i deres produksjon og fremstår da som råvare med høyverdig kvalitet.

### 3.8 Oppsummering av resultater fra analyse av materialstrømanalyse

#### 3.8.1 Generelt

Basert på alle de ulike dataene er det gjennomført en samlet beregning av hvordan varestrømmen som går til materialgjenvinning endrer seg på veien til nye produkter. Det er valgt å skille mellom hva som går til ny emballasje og hva som inngår i andre produkter. Det er generelt et mål om å få mest mulig tilbake til emballasje da det normalt gir de beste sirkulære løsninger.

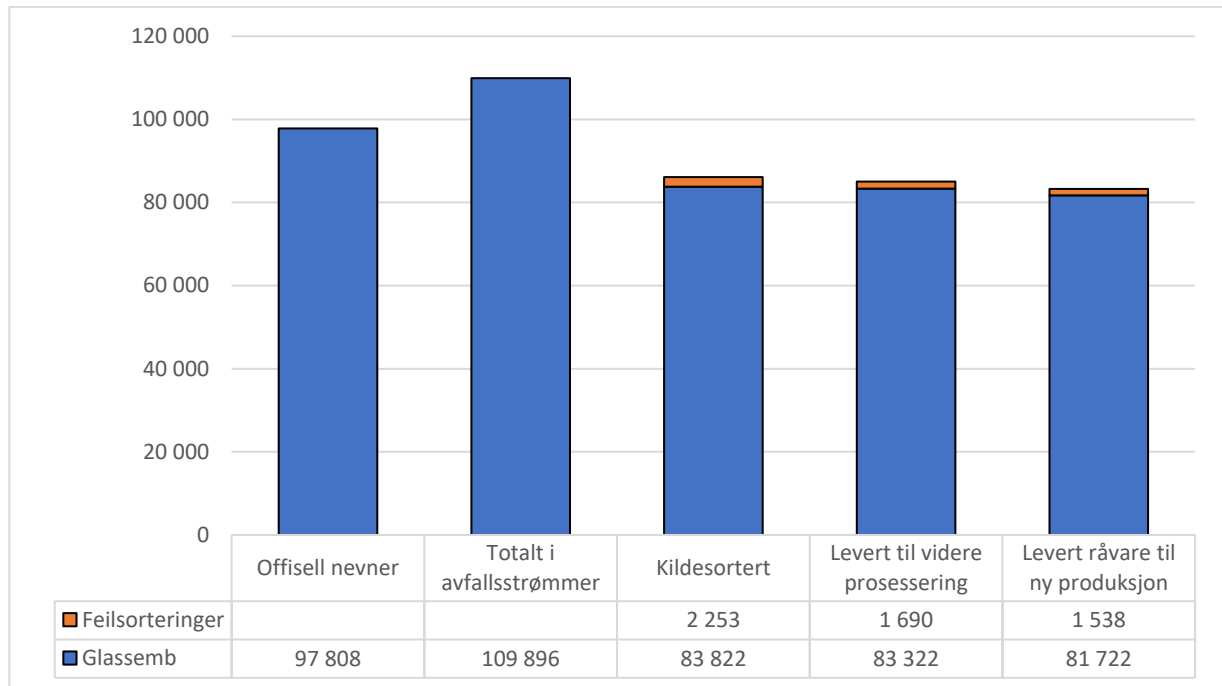
Det er en del forutsetninger som ligger til grunn for dette, og det fleste er nevnt i tidligere avsnitt. Noe som ikke er presisert er:

- Det er tatt regnet med glass- og metallemballasje i restavfall fra tjenesteytende næringer. Det er antatt en returgrad for næring som ligger vesentlig over det man har beregnet for husholdning. (kap 3.6)
- Det er tatt hensyn til at det er behov for smusskorreksjon når man bruker plukkanalysedata for restavfall.
- Det er foretatt en allokering av feilsortering mellom glass- og metallemballasje basert på hva som naturlig skyldes kildesortering av glass eller metall.

Det er også gjennomført noen forenklinger som gjør at man ikke 100 % har det komplette bildet. Man har ikke med alt metallemballasje som går utenom de strømmene som er angitt. Videre er det ikke korrigert for pantbar drikkevareemballasje i metallemballasjen.

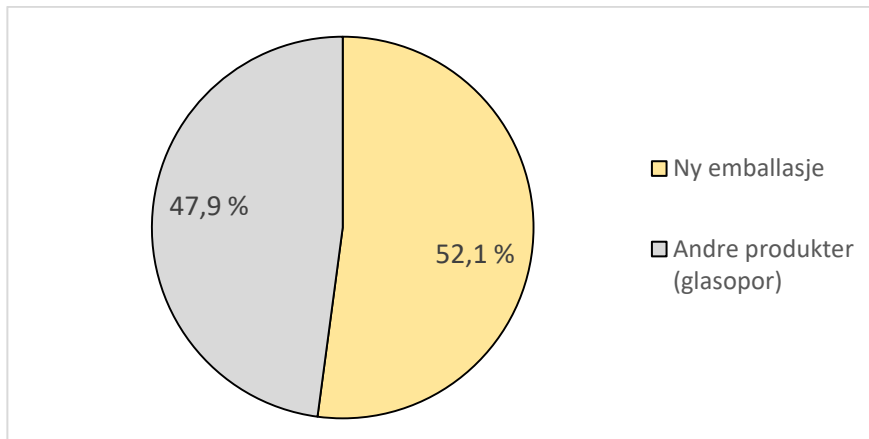
### 3.8.2 Varestrøm glassemballasje

Verdikjeden for glassemballasjen viser at det generelt er lav andel feilsorteringer som følger med og at om lag halvparten av det som leveres til materialgjenvinning går til produksjon av ny glassemballasje.

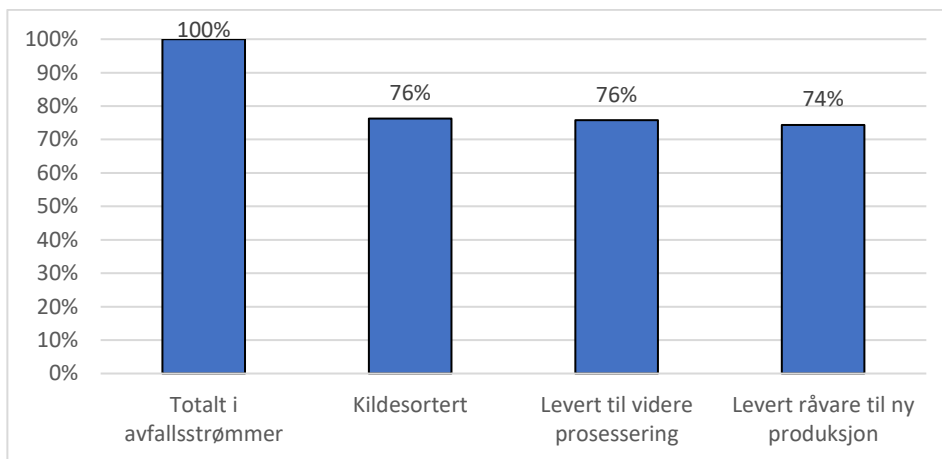


Figur 8 Mengde glassemballasje i verdikjeden i Norge (tonn 2017)

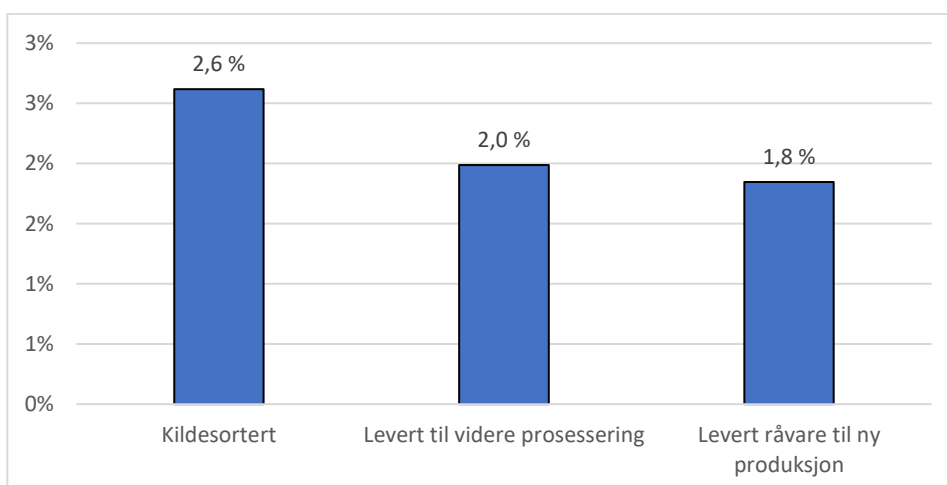
Samlet sorteringsgrad er beregnet til 76 %, mens faktisk gjenvinningsgrad ligger på ca. 74 %. Det gjelder samlet for husholdninger og næringsliv. Det er lite tap i prosessen pga. at en stor andel av glass som er knust og feilsorteringer inngår i produksjon av glasopor. Andel som brukes som råvare til glassproduksjon og som kan potensielt for å resirkuleres mange ganger er lav.



Figur 9 Andel av glassemballasje som gjenvinnes til ny glassemballasje



Figur 10 Andel glassemballasje som blir utsortert og brukt som ny råvare

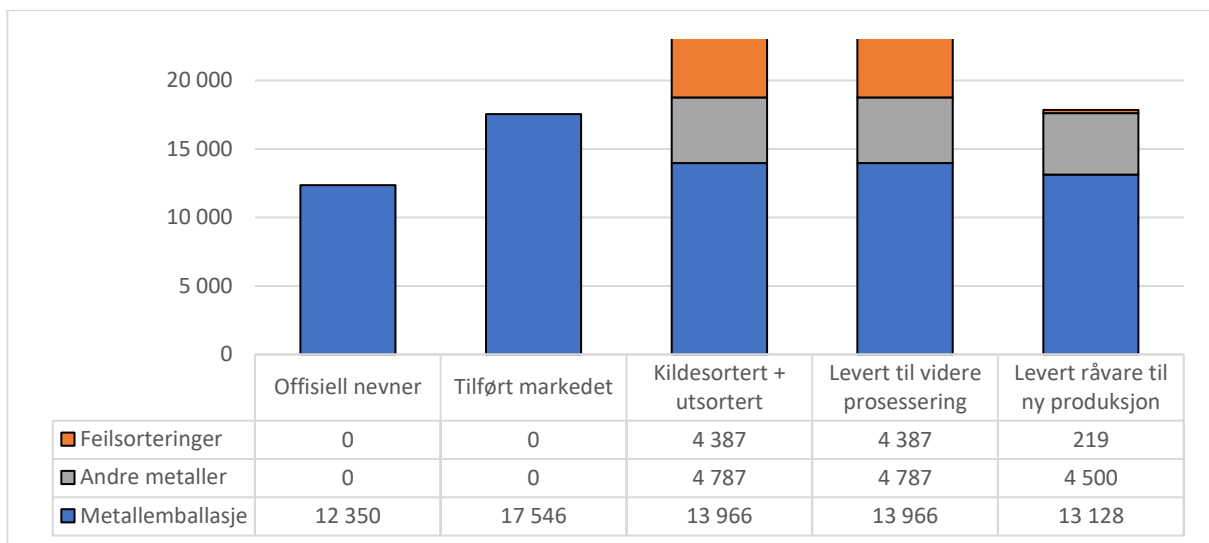


Figur 11 Innhold av uønskede komponenter som følger med glassemballasjen

Innhold av uønskede fremmedlegemer reduseres i verdikjeden og det aller meste fjernes i sorteringsanlegg. Det virker som sorteringsanlegget kan produsere en høy kvalitet glasskår egnet for markedet og kan tolerere ulike grad av feilsorteringer i inngående materiale.

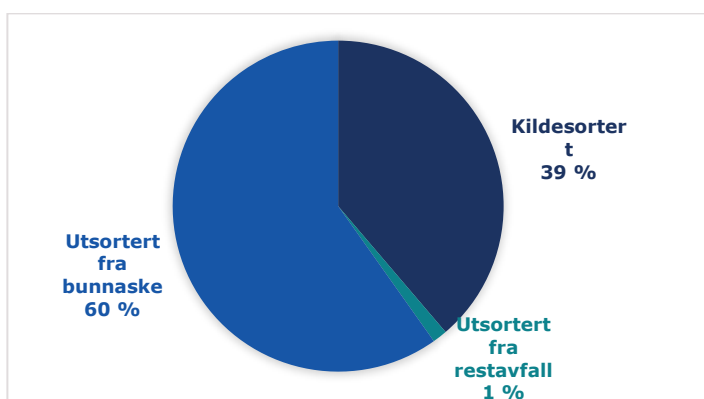
### 3.8.3 Metallemballasje

Det fremgår at en stor andel av metallemballasjen som leveres som ferdig råvare til ny produksjon faktisk inngår i en varestrøm som inneholder en god del feilsorteringer. Det er i stor grad andre metallprodukter som fra mottaker av varen ikke opplever dette som en feilsortering som har betydning for kvaliteten. Det gjelder spesielt magnetisk metall som skal prosesseres videre og inngår i et system hvor støpejern, mv. fullt ut er akseptabelt.



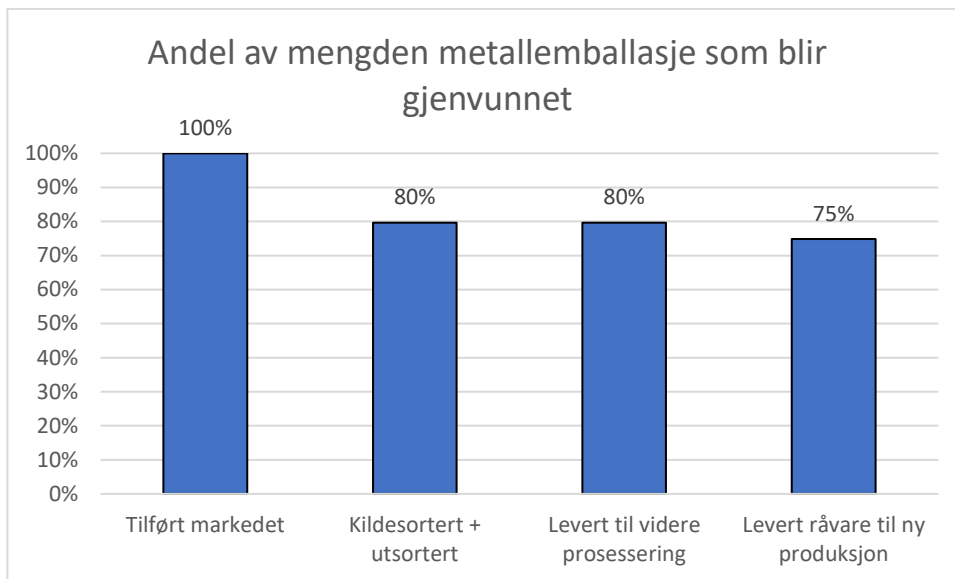
Figur 12 Mengde metallemballasje i verdikjeden i Norge (tonn 2017)

Sorteringsgraden for kildesortert metallemballasje er lav, totalt 31 % for husholdning og næring, men pga. høy grad av utvinning av metaller fra bunnaske, er samlet utsorteringsgrad på nærmere 80 %. Ytterligere tap fram til industrien gjør at det er om lag 75 % som leveres til ny industri. Tapet i selve smelteprosessene er ikke tatt med i beregningene.



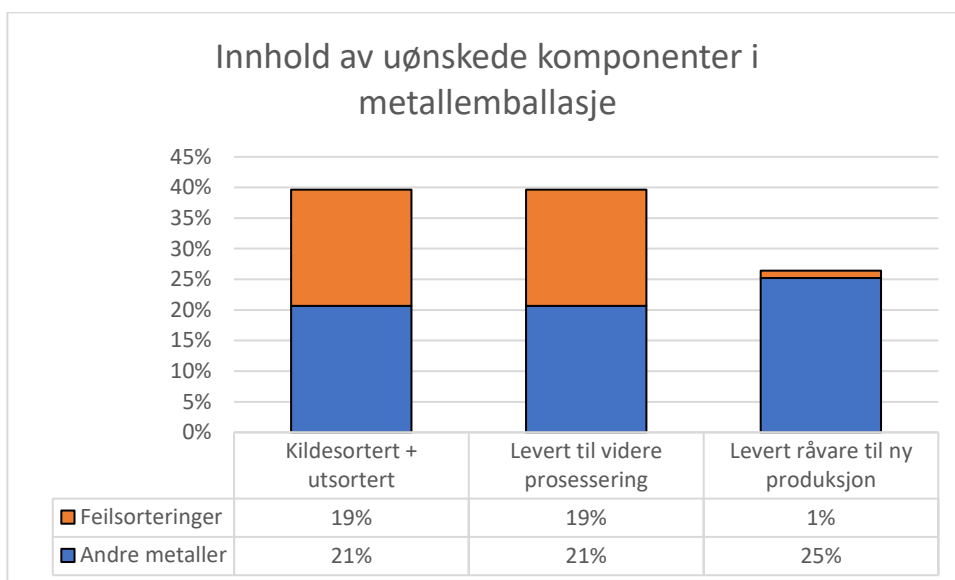
Figur 13 Totalt utsortert mengde metallemballasje %-vis fordelt på ulike sorteringsmetoder





Figur 14 Andel metallemballasje som blir utsortert og brukt som ny råvare

Figur 15 viser at en stor andel metaller som kildesorteres og utsorteres fra bunnaske inneholder feilsorteringer og urenheter. Det aller meste fjernes før metallene brukes som ny råvare, men alt metall som ikke er emballasje følger med emballasjen til gjenvinning. Det er ikke innhentet kunnskap som tilsier at innhold av andre metaller påvirker kvaliteten negativt, men det er uttalt fra jernverk at jern fra bunnaske har dårligere kvalitet.



Figur 15 Innhold av uønskede komponenter som følger med metallemballasjen.

### 3.9 Aktuelle indikatorer, usikkerhet og drøfting

Det er valgt å oppsummere resultatene med noen typiske indikatorer som kan brukes for å beskrive hvor effektiv verdikjeden for glass- og metall er for å fremskaffe nye råvarer, ref. Tabell 16. Det er valgt en rekke kilder og forutsetninger som påvirker resultatet. Usikkerhet til forutsetninger gir usikkerhet i resultat som er drøftet i Tabell 17.

Tabell 16 Indikatorer for verdikjeder, korrigert for feilsortering, urenheter og smuss

		Totalt	Glassemb.	Metallemb.
Innsamlet mengde husholdning	kg/innbygger	14,2	12,5	0,9
Renhetsgrad husholdning	vekt- %	94,5		
Kildesorteringsgrad husholdning	vekt-%		73,2	32,1
Levert materialgjenvinning totalt	vekt-%		74	75
Tap av materiale	vekt - %		26	25

Tabell 17 Usikre forutsetninger og betydning for resultat

Tema	Vurdering
Nevner basert på plukkkanalysemetoden	Det er valgt å basere analysen på en nevner beregnet ut fra plukkkanalyser av restavfall og kildesortert glass- og metallemballasje. Den er noe høyere enn offisiell nevner, både for glass og spesielt for metall. Det medfører lavere utsortering- og materialgjenvinningsgrad. Lang erfaring med plukkkanalyser viser at de gir konsistente resultater og kan brukes for å måle utviklingen å regionalt plan.
Grunnlag og modell for oppskalering	Det foreligger plukkkanalyser av restavfall som dekker nærmere 2,5 mill innbyggere. Usikkerheten ved oppskalering er både data fra plukkkanalysene og avfallsmengder rapportert via KOSTRA.
Korreksjon for vann, produktrester, smuss	All emballasje både som ligger i restavfall og i utsortert varestrøm inneholder en andel som ikke er glass eller metall. Det er begrenset med undersøkelser som dokumenterer reelle korreksjonsfaktorer
Begrenset data fra næringsliv	Det er vesentlig mindre informasjon om innhold av glass og metallemballasje i restavfall fra tjenesteytende næringer. Det er gjort noen grove anslag, men de gir liten effekt på samlet resultat.
Utbytte ved sortering aske og tap i ovn	Det er ulike kilder som angir hvor mye metall som oksideres ved forbrenning og utgjør et tap av metall. Det er lite empiriske undersøkelser fra Norge. Det samme gjelder utbytte i sorteringsanlegg.
Avfallsstrømmer som ikke er undersøkt	Del er en del varestrømmer som ikke er undersøkt, som kan inneholde metallemballasje. Det gjelder spesielt innhold i kompleksmetall på gjenvinningsstasjonene, men også svenskeboks i pantsystemet. Det ville gitt større forskjell mellom offisiell nevner og det som kartlegges i avfall.
Tap i selve gjenvinningsprosessen	Betydningen av kvalitet på råvarene i forhold til tap i selve produksjonen av nye produkter er ikke vært et tema som har blitt undersøkt nøye.

## 4 Økonomiske analyse verdikjede

### 4.1 Metodisk tilnærming

Den økonomiske analysen bygger på følgende elementer:

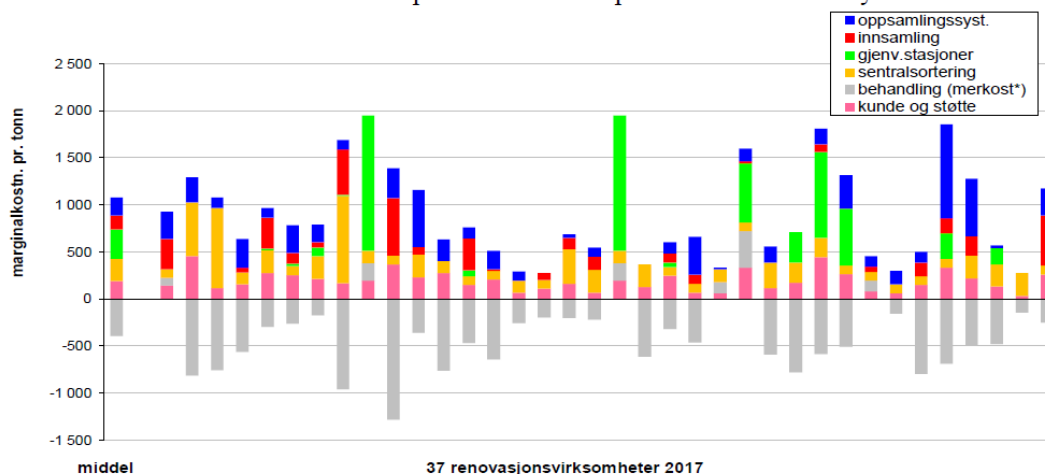
- samlet resultat fra RBM (renovasjonsbenchmarking)
- innsamling av kostnadsdata fra utvalgte kommunecase (se vedlegg)
- økonomiske data for Sirkel Glass
- markedspriser for de ulike materialer

Analysen fokuserer på verdikjeden for kildesortert glass fra husholdninger som nesten står for 80 % av innsamlet mengde i Norge. Det er lagt vekt på å få fram kostnadselementene fram til og med sortering, mens påfølgende kostnader for videre bearbeiding av metaller er ikke inkludert. Da er verdien på råvarene ut fra sortering som ligger til grunn.

### 4.2 Benchmarking

Det er utarbeidet en rapport om kostnader ved utsortering av husholdningsavfall basert på RBM for 2017, som omfattet 37 kommuner og interkommunale selskap<sup>3</sup>. Netto kostnader for utsortering etter at besparelser ved restavfall er trukket fra var i snitt på 592 kr/tonn. Inntekter ved levering til Sirkel glass var trukket fra. Netto kostnad var en økning i forhold til 2015 hvor snittet var ca. 400 kr/tonn. Økt overgang til henteordninger kan være en forklaring. Figur 16 er klippet rett fra rapporten.

Figur 13 viser hvordan kostnadene for separat håndtering og behandling av glass- og metallemballasje varierer fra virksomhet til virksomhet pr. aktivitet. Transportkostnader til Onsøy er inkludert.



Figur 13. Enhetskostnad for håndtering og behandling av glass- og metallemballasje som separat fraksjon

Figur 16 Netto enhetskostnader for glass- og metallemballasje husholdninger (Energidata)

<sup>3</sup> Avfall Norge: Kostnader ved utsortering av husholdningsavfall 2017. Rapport 5/2018

Det fremkommer i figuren overraskende høye kostnader til sentral sortering og gjenvinningsstasjoner. Normalt er de kommunale kostnadene etter innsamling knyttet til omlasting og transport til Onsøy. Det er tydelig store variasjoner i kostnadsbildet som til dels er vanskelig å tolke.

### 4.3 Kostnadsdata fra kommunecase

Det er satt opp en oversikt over kostnadselementer som er aktuelle for verdikjeden fra forbruker fram til sorteringsanlegg. Dette bygger på foreliggende analyse av kommunecase, ref. vedlegg 1, supplert med noen andre kilder.

Tabell 18 Oppsummering av noen eksempler på kostnadsnivåer

Kostnadsledd	Henteordning	Bringeordning
<b>Innkjøp oppsamlingsutstyr, + montering og utplassering</b>	Standard: 330 kr/beholder eller 115 kr/innbygger, eller ca. 800 kr/tonn. Med lokk i lokk og gravitasjonslås: 490 kr/beholder. Det er 48 % høyere kostnad. Kun innkjøp i stor skala kan ligge under 400 kr.	Innkjøp av containere og utplassering. Over bakken-løsning, men med 5 % under bakken. 25 kr/innbygger eller 250 kr/tonn.
<b>Kjøretøy</b>	Inngår i innsamlingskostnad	Inngår i innsamlingskostnad
<b>Innsamling og rydding for bringeordning</b>	Basert på ulike beregninger og erfaringstall ligger kostnaden på ca. 1200 kr/tonn. (RfD og Vesar)	Det er innhentet kostnadstall fra et par steder og det er stor variasjon. Ryddekostnad kan utgjøre en stor andel. Bruker en snittkostnad på 900 kr/tonn.
<b>Mottak, omlasting, lagring</b>	Fremgår av noen tilbud og oppgitte data: Legger til grunn normal verdi på 100-150 kr/tonn.	
<b>Transport</b>	Varierer mye avhengig av avstand. 100-600 kr/tonn. Snitt for Norge kan være ca. 300 kr/tonn	
<b>Mottak sorteringsanlegg</b>	Kommune får en godtgjørelse på ca. 515 kr/tonn før trekk. I tillegg får en del transporttilskudd som varierer en del fra 100-300 kr/tonn.	
<b>Administrasjon og kommunikasjon</b>	Informasjonsinnsats og administrasjon av ordningen er i liten grad undersøkt. Man antar kostnad på 250-350 kr/tonn. Det legges til grunn at en henteordning krever noe mer administrasjon	
<b>Forbruker</b>	Bruk av varmt vann og såpe for å vaske emballasje. Vann til vask av avfallsbeholder.	Tilsvarende som for henteordning. Mer bruk av bæreposer.

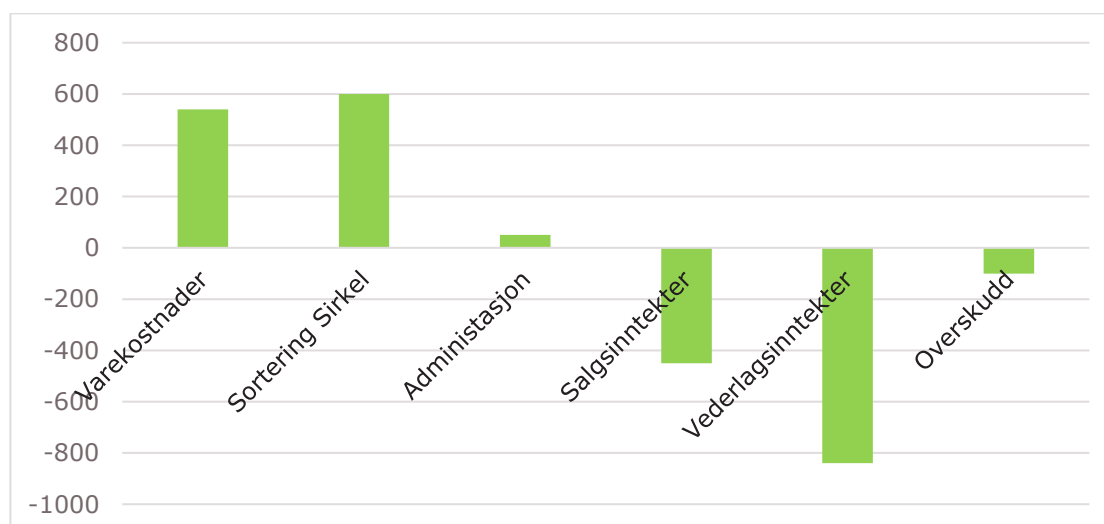
Tabell 19 oppsummerer kostnadselementene for kommunene, samt inntekter i kr/tonn. Netto kostnad i snitt, basert på dette oppsettet, er 550 kr/tonn. Det er noe lavere enn snitt RMB, ref. kap 3.2 hvor snittet var beregnet til 592 kr/tonn. Det bygger på at ca. 20 % hadde henteordning i 2017. Det understrekes at merkostnadene ved å gå fra et bringesystem til et hentesystem ikke kan beregnes direkte ut fra dette oppsettet.

Tabell 19 Kostnadselementer for system husholdninger (kr/tonn)

	Hentesystem	Bringesystem	Snitt Norge
Utstyr innendørs	0	0	
Utendørs oppsamlingsutstyr	800	250	360
Innsamling og rydding	1200	900	960
Omlasting	100	100	100
Transport	300	300	300
Administrasjon kommune	350	250	270
<b>Sum kostnader kommuner</b>	<b>2750</b>	<b>1800</b>	<b>1990</b>
Besparelse restavfall	900	900	900
Godtgjørelse returselskap	500	550	540
<b>Netto kostnad</b>	<b>1350</b>	<b>350</b>	<b>550</b>

#### 4.4 Økonomi ved sortering av glass og metallemballasje

Underlaget bygger på offisielle regnskapstall for 2017 og oppgitte opplysninger fra Sirkel Glass. Samlede omsetning var på 121 mill kr og varekostnaden på 51 mill (utbetalt for leveranse av inngående varer fra kommuner og næringsliv). Figur 17 viser oppsettet for kostnader og inntekter i kr/tonn mottatt vare. Sorteringskostnaden er oppgitt å være 600 kr/tonn.



Figur 17 Kostnader og inntekter Sirkel Glass 2017 (Proff.no)

Salgsinntekter er basert på en oversikt over priser som oppnås ved salg av utgående varer og vist i Tabell 20. Når det gjelder metall er prisene ikke bekreftet, men vurdert ut fra relevante kilder. Det

er spesielt prisen for aluminium som er usikker pga. den aktuelle kvaliteten som består av ca. 22 % av andre materialer og avfall.

Det bidrar også til usikker fordeling mellom salgsinntekter og vederlagsinntekter, herunder godtgjørelse fra Norsk Metallgjenvinning, ref. Figur 17.

Tabell 20 Salgspriser for varer ut fra sorteringsanlegg

Salg av	Prisforutsetning	Prisnivåer
Klart glass	FoB Onsøy	600,-
Farget glass	FoB Onsøy	400,-
Finstoff til glasopor	Levert fabrikk Onsøy	250,-
KSP til glasopor	Levert fabrikk Onsøy	250,-
Aluminium	FOB Onsøy	4500,-
Stålskrap	FOB Onsøy	1000,-
Restavfall	Til forbrenningsanlegg	- 700

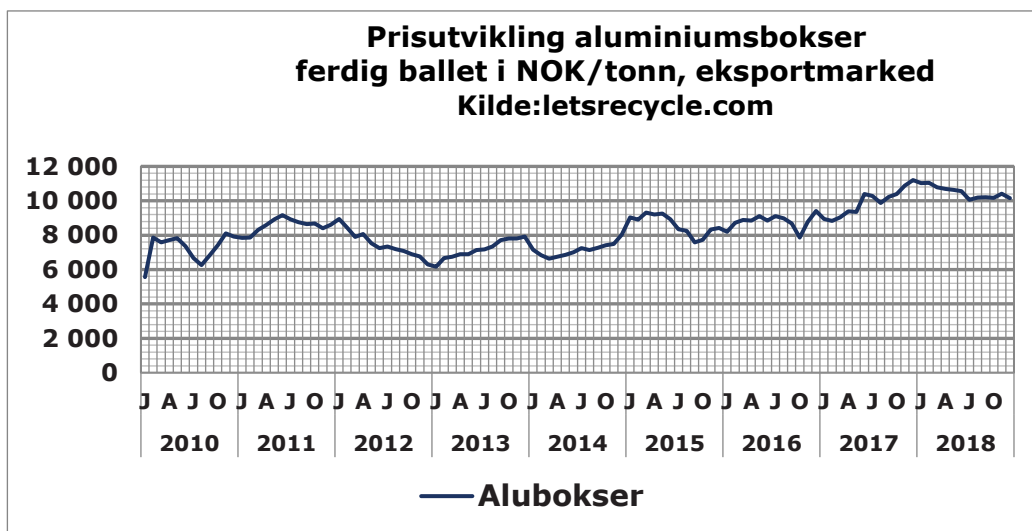
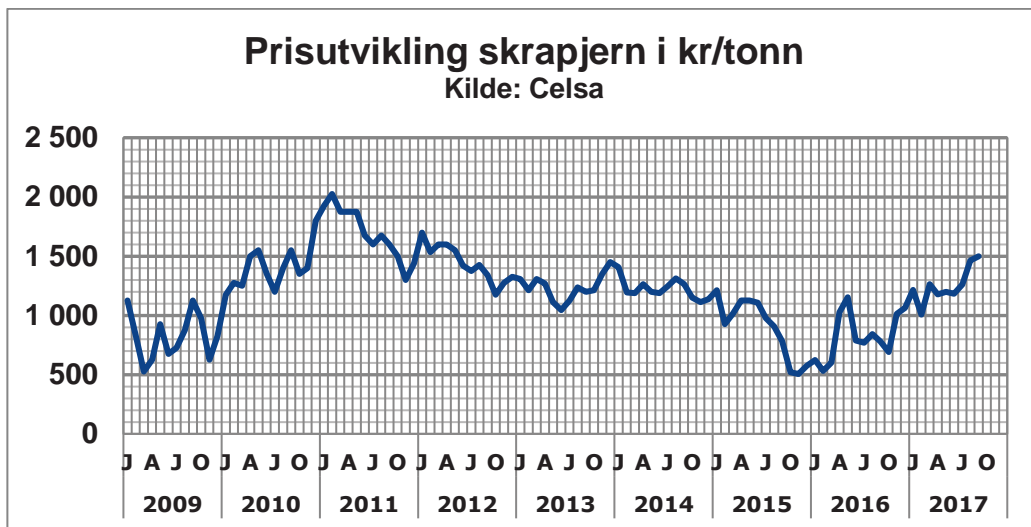
#### 4.5 Markedspriser

Når det gjelder markedsprisene for glass og metall er det flere ulike offisielle kilder eller indekser. For glass er prisene veldig stabile og prisene oppgitt fra Sirkel Glass er generelt lagt til grunn.

Når det gjelder prisene for metall så varierer de vesentlig mer. Påfølgende kurver i Figur 18 viser noen av de aktuelle priskurver. I presentasjon av endelig pris på råvare inn til omsmelting og i ny produksjon er følgende priser lagt til grunn:

Tabell 21 Prisnivåer lagt til grunn for ferdig bearbeidet råvarer til industrien

Aluminiumsemballasje	Til smelteverk	8000,-
Stålemballasje	Til jernverk	1500,-



Figur 18 Prisutvikling for skrapjern og aluminiumsbokser

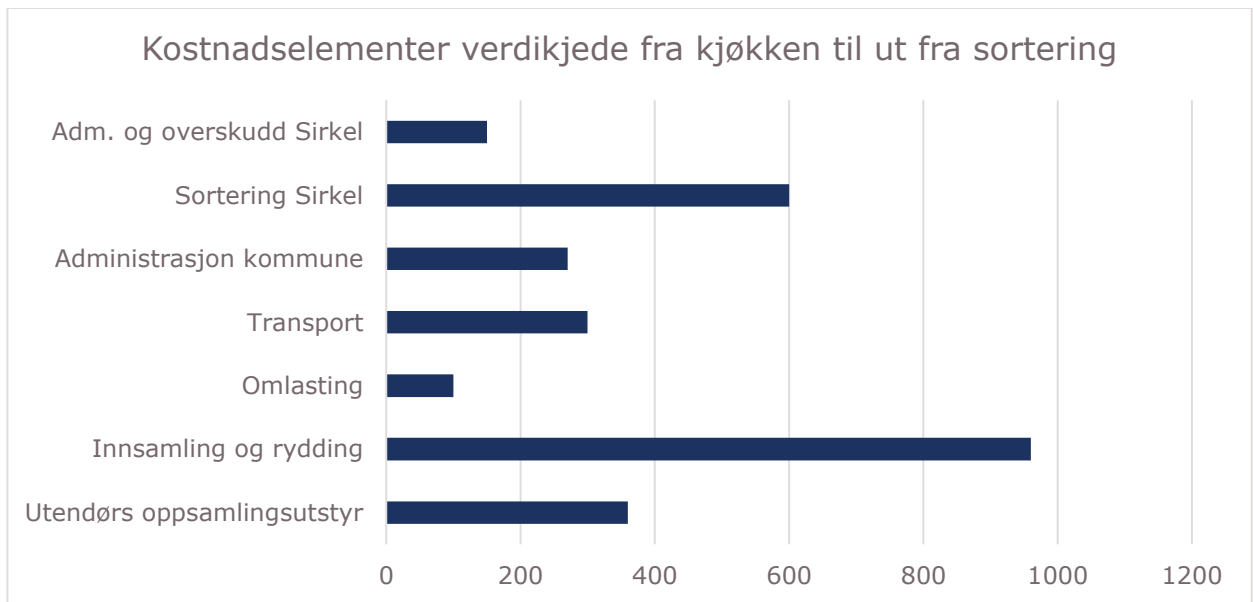
#### 4.6 Sammenstilling av kostnader for verdikjeden

Basert på de foreliggende kostnadsdata i foregående delkapitler er det laget følgende sammenstilling av kostnader langs verdikjeden:

- Kostnadselementer for å samle inn blandet glass- og metallemballasje og utføre sortering.
- Verdien til aluminiumsemballasje på hvert ledd i verdikjeden. Man starter med verdien som ny råvare og trekker fra kostnadene/fortjeneste som er knyttet til hvert ledd som håndterer materialet.
- Verdien av glass- og stålemballasje presentert sammen på tilsvarende måte, men hvor man ender opp med at verdien av materialene i kjøkkenet er negativ.

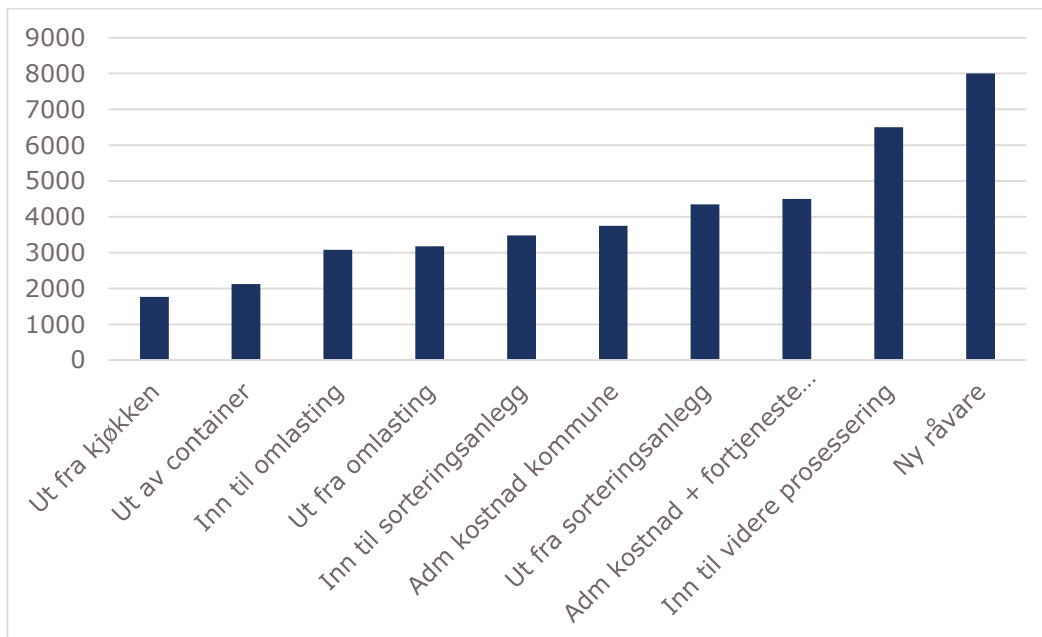
Det er for de to siste presentasjonen foretatt en allokering av kostnader per materialtype som er felles per tonn glassemballasje og metallemballasje. Det kan klart argumenteres for at noen

kostnader kunne vært allokert mer etter volum, men det er ikke vurdert nærmere. Det understrekes at alle tilskudd fra produsentansvarsordninger ikke er tatt med i analysen.



Figur 19 Kostnader for glass og metallemballasje fra kjøkkenbenk til ferdig sortert (kr/tonn)

Figur 20 en presentasjon som viser verdien av materialene inn til og ut fra relevante prosesser. Det er markedsverdiene på råvarene som bestemmer hva verdien er på de enkelte nivåene i verdikjeden. Hver operasjon på veien fra forbruker fram til ny råvare medfører kostnader. Det er gjennomført en felles beregning for alle systemer, men hvor det er splittet på materialtype, da verdiene på råvarene varierer mye.

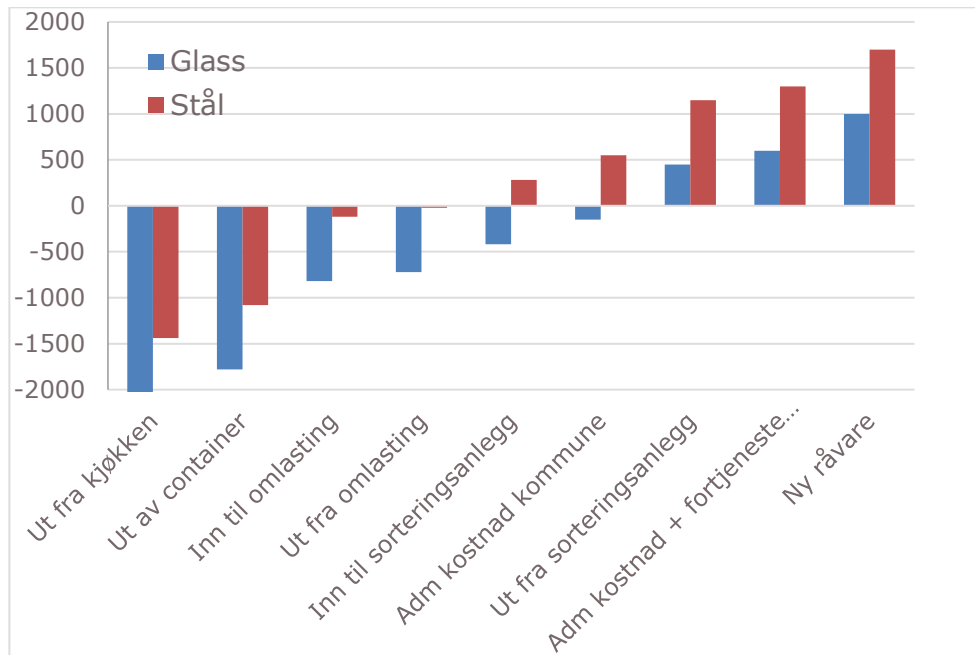


Figur 20 Verdien av aluminiumsemballasje på hvert trinn i verdikjeden



Det fremgår at aluminium ut fra dette har positiv verdi på 1750,- kr/tonn når man bringer det ut fra eget kjøkken. Det er basert på at det følger denne spesifikke verdikjeden.

Situasjonen for glassemballasje og stålemballasje er relativt annerledes som det fremgår av Figur 21. Både glass og stål har negativ verdi når emballasjen oppstår hos avfallskilden, hhv. ca. 2000 kr/tonn og 1400 kr/tonn. Det synliggjør behovet for økonomisk bidrag fra produsentansvaret for å gi riktige incentiver for økt utsortering. Det er basert på gjeldende markedspriser.



Figur 21 Verdien av hhv. glass- og stålemballasje på hvert trinn i verdikjeden

#### 4.7 Drøfting og usikkerhet

Det er utviklet en metode som gir et godt visuelt bilde hvordan verdien til et materiale utvikler seg for hvert steg i verdikjeden, fra det oppstår som avfall til det brukes som ny råvare inn i industrien. I avfallsbransjen sier man ofte at alt avfall har verdi, men det er det interessante her er å se hvordan verdien per tonn materiale endrer seg etter hver etappe på veien fram til nytt råstoff. Det understrekes at det er den samlede verdien i NOK også må ta hensyn til tapene av materiale.

Denne type analyser kan anvendes for å analysere hvor i verdikjeden man kan oppnå kostnadsbesparelser og evt. økt verdiskapning. Brukes for å vurdere hvordan man kan heve verdien. Det er mange usikkerhetsmomenter i denne beregningen og det er en grov gjennomsnittsbetraktning som klart kan gi en indikasjon. De største usikkerhetsmomentene kan være:

- kostnader for videre foredling av metall ut fra sorteringsanlegg (potensiale for bedre løsninger)
- innsamlingskostnader kommuner (store variasjoner)
- allokering av kostnader kun basert på vektfordeling.

## 5 Tiltaksanalyse

Det er gjort en nærmere analyse av aktuelle tiltak for å effektivisere verdikjeden. Det er fokus på tiltak for å øke innsamlet mengde, forbedre kvaliteten, oppnå høyverdig resirkulering på en kostnadseffektiv måte.

Tabell 22 Oversikt over relevante tiltak som har fremkommet i prosjektet

Type tiltak, beskrivelse	Mulige positive effekter	Kostnader og kost/nytte
A. Overgang til henteordning for glass/ metallemballasje	Erfaring viser at det er et godt tiltak for økt utsorteringsgrad, spesielt for glass. Fremdeles stort tap av metall i restavfall. Mer feilsorteringer, hvorav mye store gjenstander og annet metall.	Vil normalt medføre tilleggs kostnader, men pga. mulig avvikling av returpunkter og mindre kostnader restavfall. Kan gi mer trekk i godtgjørelse. Samlet sett god nytte og
B. Spesialbeholder med gravitasjons-lås og lokk i lokk henteordninger.	Viser at det gir lavere grad av feilsorteringer, store gjenstander og plastposer.  Bringe- og fellesløsninger bør uansett ha 16 -20 cm innkaståpninger.	Ekstra kostnad kan utgjøre 250-300 mill. kr i investering på nasjonalt nivå. Det kan stilles spørsmål ved om kostnadene er vel høy i forhold til gevinsten og alternative tiltak, herunder ekstra investering på sorteringsanlegg.
C. Virkemidler som kommunikasjon, kontroll av beholdere, mv.	Det er krevende å nå igjennom med generelle kommunikasjonstiltak og vanskelig å måle effekter.  Kontroll av innhold i beholder og direkte tilbakemelding på feilsortering kan gi bedre effekt, men det er få erfaringer.	Relativt kostnadskrevenende tiltak med begrenset nytte, men som over tid kan ha positiv virkning.  Det er generelt behov for å vedlikeholde innsats med denne type tiltak for at effekten skal reduseres.
D. Containere og dypoppsamlere med nivåmåler	Det er flere som er i gang med å ta i bruk nivåmålere for dypoppsamlere og har gode erfaringer med det.	Kan medføre mer effektiv logistikk ved å tømme etter behov. Høyere investerings-kostnader.
E. Spesialkjøretøy henteordning uten komprimering	Erfaring viser at spesialkjøretøy kan redusere nedknusing av glass og dermed bidra til mer høyverdig materialgjenvinning (glass til nytt glass). Generelt bør komprimatorbil unngås, men det er normal løsning ved henteordning.	Det er lave tilleggs kostnader for dette tiltaket som både kan medføre at man unngår trekk i dag og gir høyere verdi for glasset til ny råvare. Tiltaket har derfor høy kost/nytte og bør prioriteres.

F. Oppfølging renovatør	Det er ulik erfaring med egenregi og konkurranseutsetting, men dette innebærer direkte oppfølging av sjåførere og bruk av avvikssystem.	Oppfølgingstiltak bør være en del av ordinær drift og bør ha lav tilleggskostnad. Vurderes som kostnadseffektivt tiltak.
G. Omlasting under tak på fast dekke og mindre bruk av hjullaster	Det virker å være en standard løsning at omlasting skjer på fast dekke under åpen himmel. Det medfører at det tilføres regn/snø/is. Bruk av hjullaster for å skuffe varene sammen og laste gir også nedknusning. Mer skånsom materialhåndtering vil gi positiv effekt, ev. tømming rett i container.	Tiltakskostnaden vurderes å være lav – ca. 50 kr/tonn. Redusert nedknusing og mindre innhold av vann/is kan medføre bedre kapasitetsutnyttelse og bedre kvalitet på utsortert vare. Det har ikke vært grunnlag for kvantifisering av denne effekten.
H. Forbedret mottakskontroll og teknologi for utsortering av uønsket materiale	Det planlegges et nytt moderne sorteringsanlegg som gir grunnlag for en revurdering. Robotteknologi for å fjerne større uønskede komponenter og NIR sorteringsutstyr for å fjerne KSP og plast kan sikre bedre kvalitet.	Ekstra investering for å kunne akseptere høyere innhold av plast og KSP kan være ca. 20 mill. kr. Større gjenstander kan fjernes, men det kan fremdeles være problematisk innhold. Mer robust anlegg kan være en god investering.
I. Sentral sortering av metall før forbrenning	Det er en utfordring å få høy grad av kildesortering. Med sentralsortering av restavfall vil man få ut både metallemballasje og annet metall i restavfallet. En del avfall og restinnhold vil følge med.	Utsortering av metall vil være en kostnadseffektiv løsning for alle typer sentral sortering og forbehandling før forbrenning.
J. Oppgradering av aluminium med eksempelvis pyrolyse behandling.	Effekten vil være å fjerne innhold av rester og urenheter i metallfraksjoner. Ved å ta i bruk pyrolyse kan det gi bedre utbytte i smelteprosesser og høyere verdi.	Har ikke innhentet informasjon om kostnader til denne type prosesser. Hydro bruker denne type prosess i Tyskland.

Tabell 23 Tiltak vurderes som mest kostnadseffektive ut fra ønsket effekt

Ønsket effekt	Tiltak	Kostnadsvurdering
Økt utsortert mengde glassemballasje	Henteordning med separate beholdere og containere	Økt utsortert mengde bidrar til å holde netto kostnadsøkning relativt lav.
Økt utsortert mengde metallemballasje	Sentral sortering når det er aktuelt. Alternativt dokumentert verdikjede fra bunnaske	Rimelig tiltak dersom man skal etablere sentral sortering for plastemballasje
Bedre kvalitet på glassemballasje	Redusere nedknusning ved å unngå komprimering og forsiktig håndtering  Tak over omlasting for å unngå nedbør, snø og is.	Relativt lave tilleggskostnader som bør kunne prioriteres høyt.
Bedre kvalitet på metallemballasje	Teknologi for å oppgradere kvalitet, både ved sentral sortering og evt. pyrolyse	Må utredes nærmere av aktuelle aktører.
Økt materialgjenvinning av andre metaller	Produsentansvarsordningen aksepterer at kundene kan legge annet metall i samme innsamlingsenhet. Forutsetter at nytt sorteringsanlegg kan håndtere større mengde annet metall. Blir med henteordning.	Kommuner som skal innføre henteordning vil få et ekstra argument for å gjøre det. Man får et bedre tilbud med marginale kostnadsøkninger og økte inntekter fra metall.



## 6 Generell arbeidsmetodikk

### 6.1 Oppsummering av erfaringer med glass- og metallemballasje

Det er gjennomført en kartlegging og analyse av verdikjeden for glass- og metallemballasje. I det følgende er det foretatt en foreløpig oppsummering av de mest sentrale funnene og erfaringene fra arbeidet som grunnlag for en generell arbeidsmetodikk.

#### 6.1.1 Kartlegging og beregninger

Det har vært en del utfordringer i arbeidet med å kartlegge verdikjeden. Det er mye informasjon som skal samles inn og det er informasjon som er vanskelig tilgjengelig. Videre kan det være mangelfull informasjon og informasjon som er beheftet med usikkerhet.

Det er derfor viktig at man ved avslutning av en kartleggingsfase kan peke på mangler og usikkerheter i datagrunnlaget og peke på behov for å få bedre grunnlag.

Følgende merknader kan trekkes fram fra arbeidet:

- Kostnader og priser er ofte vanskelig tilgjengelig og både kommuner og private aktører nedstrøms vil i begrenset grad oppgi priser da det er konfidensielle eller markedspriser som ikke spres.
- Plukkanalyser er viktig for å få et representativt bilde av kvaliteten og sorteringsgrad på lokalt nivå. Mangel på analyser gir dårligere analyse, men kan suppleres med nye.
- Det kan være ulike interesser knyttet til kostnadsdekning og åpenhet blant partene langs verdikjeden.
- Man trenger generelt mer informasjon om teknologi og kostnader ved nedstrømsløsningene.
- Det er mange som ikke har tid til å prioritere å svare på henvendelser og gjør arbeidet tidskrevende og lite effektivt.

#### 6.1.2 Beskrivelse og presentasjon

Det har vært krevende å få til en oversiktlig beskrivelse hvor all informasjon er systematisert på en god måte. Det er totalt sett fort for mye informasjon slik at man mister oversikten. Forenkling av presentasjonen bør vektlegges når analysen er ferdig. Det foreslås at når man er ferdig med en analyse legger informasjonen inn i en dynamisk infografikk slik at man kan knytte informasjonen opp til de ulike ledd i verdikjeden og at man grupperer informasjonen i hvert ledd etter en fast struktur.

Det er utviklet noen KPIer for å karakterisere effektivitet og det er grunnlag for at disse skal kunne være indekser som skal kunne brukes for andre verdikjeder som analyseres både på nasjonalt nivå og mer lokalt nivå. Følgende punkter har fungert godt for glass- og metallemballasje:

- Kildesorteringsgrad
- Total utsorteringsgrad
- Materialgjenvinningsgrad til samme type produkt
- Total materialgjenvinningsgrad

- Renhetsgrad på ulike trinn
- Verdien på materialet på ulike nivåer
- Tiltakskostnad i kr per tonn

Det er foreløpig ikke trukket inn KPI for miljøeffekter av verdikjedene og tilhørende tiltak.

### 6.1.3 Tiltaksvurderinger

Det er identifisert en rekke tiltak som er aktuelle som ledd i å gjøre verdikjeder mer effektive. Det er mange som kan bidra til å forbedre verdikjedene, men spørsmålet blir hva som er riktig prioritering av de ulike oppgaver innenfor et helhetlig samfunnsøkonomisk perspektiv.

Prosjektet har vist at det både kan iverksettes tiltak oppstrøms og nedstrøms. Det kan påpekes at alle tiltak som kan gi en positiv effekt på kvalitet er gode tiltak, men trekker man inn kost/nytte begrepet så fremstår det mest effektivt å iverksette tiltak nedstrøms på sorteringsanlegg, mv.

Det har i innenfor rammen av dette prosjektet ikke vært gjennomført en detaljert tiltaksanalyse som normalt også forutsetter tid til en god prosess med de ulike aktørene i verdikjeden. Det er lagt vekt på å synliggjøre de tiltak som kan gi største effekt i forhold til definerte utfordringer som utsortert mengde og spesielt kvalitet.

Det er ikke vurdert tiltak i produksjon av emballasje innenfor rammen av dette prosjektet, eksempelvis bruk av etikettmateriale og korker på flasker, ol. Både papir, plast og metall påføres emballasjen og bidrar til urenheter i varen.

## 6.2 Elementer i en generell metodikk

### 6.2.1 Oversikt over aktuelle elementer

Ett av målene med prosjektet renere råvarer, er å utarbeide en generell metodikk for å beskrive og analysere verdikjeden til en råvare eller et materiale/produkt. På bakgrunn av arbeidet med glass- og metallemballasje, har vi utarbeidet en metodikk delt inn i fem ulike faser:

Fase 1: Kartlegging

Fase 2: Beskrivelse av verdikjeden

Fase 3: Analyse

Fase 4: Forslag til tiltak

Fase 5: Organisering



Figur 22 – Viser de ulike fasene i arbeidsmetodikken for å beskrive og analysere verdikjeden til en råvare

## 6.2.2 Kartlegging



### Fase 1: Kartlegging

#### Innledning og mål

Denne fasen representerer oppstarten av et systematisk arbeid med mål om å optimalisere verdikjedene. Utgangspunktet for en slik prosess kan være at noen ulike aktører har identifisert et behov for å forbedre effektiviteten i verdikjeden og organiserer et felles prosjekt. Det kan være styrt ut fra ulike aktørers målsetninger og opplevelser av ineffektive verdikjeder, som blant annet tap av mengde og kvalitet. Det kan ved oppstart være nyttig å definere hvilke deler av verdikjeden det er mest aktuelt å fokusere på, og hvilke målområder som er aktuelle:

- ✓ Økt materialgjenvinning
- ✓ Høyere kvalitet – bredere anvendelse
- ✓ Lavere kostnader – kost/nytte
- ✓ Energiforbruk
- ✓ Redusert klimagassutslipp



- ✓ Redusert forbruk av kjemikaler
- ✓ ...

Formålet med kartleggingsfasen er å få oversikt over tilgjengelige opplysninger fra ulike kilder og å avklare kunnskapshull og behov for ytterligere data. Basert på kartleggingen er det også aktuelt å foreta ytterligere avgrensninger i det systemet som skal beskrives og analyseres. Geografisk avgrensninger er også nødvendig å vurdere.

### **Aktuell datafangst**

Det er store mengder data fra mange ulike aktører som skal innhentes for å kunne beskrive verdikjeden. Følgende data vil det være nødvendig å få tilgang til:

- ✓ Mengdedata
- ✓ Utvalg av plukkanalyser
- ✓ Dokumentert kvalitet
- ✓ Kvalitetskrav og -avvik
- ✓ Fysisk utstyr, teknologi, mv
- ✓ Kostnader og salgspriser
- ✓ Energi- og miljødata



### **Aktuelle verktøy**

#### **a. Sjekkliste datafangst.**

Det bør settes opp en matrise som inneholder ulike ledd i verdikjeden som det er aktuelt å analysere. Behovet for data på hvert ledd i verdikjeden kan omfatte flere delstrømmer.

#### **b. Sjekkliste informasjonskilder**

Det er behov for å søke etter informasjon via mange ulike kilder og utnytte de kontakter som aktuelle interessenter har tilgang til. Det bør lages en sjekkliste over myndigheter, SSB, kommuner, bedrifter, avfallsselskap, råvareprodusenter, forskningsmiljø, organisasjoner, konsulenter, mv.

### 6.2.3 Beskrivelse av verdikjede



#### Fase 2: Beskrivelse av verdikjeden

På bakgrunn av kartleggingen og tilgjengelig data, kan arbeidet med en systematisk beskrivelse av verdikjeden.

#### Avgrensninger og presiseringer

I arbeidet med å beskrive verdikjeden kan aktører og systemer som skal analyseres avgrensnes. Viktige forutsetninger bør presenteres oversiktlig. Det kan gjøres vurderinger basert på innledende kartlegging hvilke avgrensninger som er aktuelle

#### Beskrivelsen bør inneholde følgende:

- ✓ Oversikt over aktørene i verdikjeden og deres roller
- ✓ Oversikt av de aktuelle materialstrømmene - flytskjema
- ✓ Beskrivelse av den fysiske infrastrukturen og teknologi
- ✓ Presentasjon av datagrunnlag for varestrømmer og sammensetning
- ✓ Kvalitetskrav og dokumentasjon av kvalitetsavvik
- ✓ Kostnader og salgspris/verdi

Ved beskrivelse av verdikjedene bør usikkerhet til datagrunnlag alltid vurderes. Det gjelder også eventuelle begrensninger i å gjennomføre krysskontroll mellom ulike steg i verdikjedene, og som kan bidra til inkonsistente resultater.



#### Aktuelle verktøy

Interessentskjema aktører/roller/påvirkning/behov)  
Mal for beskrivelse av materialstrømmene  
Skjema over datagrunnlag og kilder  
Mal for presentasjon av verdikjeder

## 6.2.4 Analyse



### Fase 3: Analyse

Med tilgjengelig data og en beskrivelse av verdikjeden, kan analysearbeidet starte, selv om videre arbeid med datafangst kan fortsette. I analysen kombineres ulike data for å gjennomføre aktuelle beregninger av materialstrømmer, økonomi, mv.

Det er utviklet noen foreløpige KPI-er for å karakterisere effektivitet. De kan være indekser som skal kunne brukes for andre verdikjeder som analyseres både på nasjonalt - og lokalt nivå. Videre kan analysen gjennomføres samlet for alt som inngår av materialer i verdikjeden, eller splittet opp ut fra materiale, mv.

### Følgende KPI-er er utviklet

- ✓ Kildesorteringsgrad
- ✓ Total utsorteringsgrad
- ✓ Tapsfaktor per ledd
- ✓ Total materialgjenvinningsgrad
- ✓ Materialgjenvinningsgrad til samme type produkt
- ✓ Renhetsgrad på ulike trinn
- ✓ Brutto kostnad per tonn
- ✓ Netto kostnad per tonn
- ✓ Verdien på materialet på hvert nivå

Det er foreløpig ikke trukket inn KPI-er for miljøeffekter av verdikjedene og tilhørende tiltak. Det kan være behov for å utvikle spesifikke KPI-er for ulike verdikjeder. Alle KPI-ene er ikke egnet for generalisering.

### Allokering for sammensatte varestrømmer

Det vil ofte være behov for å allokere både mengder, forurensninger og kostnader på ulike delstrømmer. Prinsipper for slik allokering bør klart fremgå.



### Aktuelle verktøy

Mal for presentasjon av resultater, se vedlegg

Mal for presentasjon av KPI-er, se vedlegg

## 6.2.5 Tiltak



### Fase 4: Tiltak

I tiltaksanalysen vurderer vi aktuelle tiltak for å effektivisere verdikjeden med fokus på tiltak for å øke innsamlet mengde, forbedre kvaliteten, oppnå høyverdig resirkulering på en kostnadseffektiv måte.

Tiltaksanalysen bygger på analyse av potensiale for økt utsortering og forbedringer av kvaliteten på råvarene i de ulike ledd i verdikjeden.

#### Aktuelle tiltak produksjon/distribusjonsfasen

- ✓ Design av produkt med vekt på redusert materialforbruk og materialvalg for sirkulær økonomi
- ✓ Redusere bruk og innhold av kjemikaler og miljøgifter
- ✓ Bruke resirkulert og fornybart råvare
- ✓ Merking av produkt for riktig avfallshåndtering

#### Aktuelle tiltak i avfallsfase fram til ny råvare

- ✓ Mer effektive hente/bringeordninger
- ✓ Tømme- og innsamlingssystem for å sikre kvalitet
- ✓ Virkemidler som økt innsats på betalingsystemer og kommunikasjon
- ✓ Omlasting
- ✓ Sorteringsanlegg
- ✓ Ytterligere behandling og oppgradering

#### Kost/nytte vurderinger

Målet med tiltaksanalyser er å identifisere hvilke tiltak i verdikjeden som fremstår som mest effektive å iverksette på tvers av aktørene. Ofte vil det være en kombinasjon av ulike tiltak som fremstår som mest effektivt. Det er allikevel et nyttig verktøy for å vurdere aktuelle prioriteringer i ulike ledd av verdikjedene. Det er behov for å gruppere tiltakene ut fra ønsket effekt og evt. finne en metode for å vekte ulike parametere. Eksempelvis kan et tiltak som gir økt utsortert mengde kunne redusere kvaliteten i noen verdikjeder, men ikke i andre.

Et annen eksempel er ulike tiltak for å redusere forurensninger i innsamlet glass vurdert opp mot tiltak for å fjerne forurensningene i påfølgende behandling. Det kan være mer effektivt å satse på teknologi for å sikre god kvalitet på råvarene og ta høyde for at det alltid vil være innslag av forurensninger.



#### Aktuelle verktøy

Eksempler på aktuelle problemstillinger i en kost/nytte vurdering  
Veileder i kost/nytte analyser

## 6.2.6 Organisering av gjennomføring tiltak



### Fase 5: Organisering

Tiltaksanalysen gir et grunnlag for å prioritere strategier og tiltak for å forbedre verdikjedene. I arbeidet med å effektivisere og forbedre verdikjeder er en felles forståelse av arbeidsfordeling og en faktisk samhandling viktig for å få flere til å bidra og oppnå et felles løft. Det kan være enkelt når det er vinn-vinn situasjoner, men mer utfordrende når det er spørsmål om hvem som skal ta kostnadene.

I et overordnet perspektiv er det som regel slik at alle kostnader kan bakes inn i produktets pris om det ikke inngår i en kostnad for avfallsbehandling. Uansett vil det være forbruker som betaler. Indirekte miljøkostnader som enda ikke inngår i offisielle regnskap må evt. tas ut fra en kost/nytte analyse.

### Aktuelle samarbeidspartnere

- ✓ Myndigheter
- ✓ Aktuelle returselskaper og produsenter
- ✓ Kommuner og bedrifter
- ✓ Sorterings- og gjenvinningsanlegg

Avfall Norge kan i framtiden representere de fleste av de aktuelle partene i avfallssektoren, og være aktivt med på å organisere og finansiere forbedringsprosesser. En slik samarbeidsform har ikke vært vanlig. Det er eksempelvis normalt at myndighetene arbeider med virkemidler uten aktiv deltagelse fra andre berørte parter. Videre har situasjonen vært preget av forhandlingsposisjoner mellom returselskap og avfallsbransjen med ønske om at den andre partneren skal ta et større ansvar for tiltak og kostnader.

Konkurranselovgivningen kan sette begrensninger i hvordan slike samarbeid kan utvikles. Det bør derfor legges vekt på konkurransenøytrale arenaer.

Det er en fordel om man allerede ved oppstart av et arbeid med å identifisere forbedringspunkter har involvert de samme aktørene som er sentrale for gjennomføring av tiltakene.



### Aktuelle verktøy

## 7 Vedlegg 1 Kartlegging av verdikjede på regionalt nivå

### 7.1 Utvelgelse av regioner i kartlegging

Det ble etter innspill fra medlemmer i styringsgruppen satt opp et utvalg med kommuner som skulle inngå i kartlegging av verdikjeder på regionalt nivå. Det ble lagt vekt på å få med en del regioner som har etablert henteordninger eller har vurdert overgang til henteordninger.

Region	Type ordning	Kort beskrivelse
Vestfold (VESAR), eks. Sandefjord og Larvik	Henteordning fra 2009  Hver 6. uke	Har hatt henteordning i snart 10 år, og var blant de første med egne beholdere. Har vist til gode resultater når det gjelder mengde og returgrad. Har gjennomført tiltak for å redusere feilsortering i fellesløsninger. Mye kommunikasjons tiltak.
Drammensregionen (RfD)	Henteordning fra 2013  Hver 8. uke	Startet innføring i 2013 og har etablert en god henteordning, men med mye feilsorteringer. Iverksatt tiltak for å redusere nedknusing. Avviklet returpunkt.
Hamar-regionen (Sirkula)	Henteordning fra 2015  Hver 8. uke	Har etablert en god henteordning, men med mye avvik (nedknusing?). Avviklet småsamlere.
Haugaland (HIM)	Henteordning fra 2017	Ny henteordning som er innført med bruk av spesialbeholder for å redusere feilsortering av større gjenstander.
Bergensområdet (BIR)	Bringeordning	Godt utbygd bringeordning med skånsom innsamling i egen regi. Har en ordning som gir høy kvalitet.
Oslo kommune (REN)	Bringeordning	Godt utbygd bringeordning mer stor mengde per container per år. Har en ordning som gir høy kvalitet.
Romerike (ROAF)	Bringeordning, utredet henteordning	

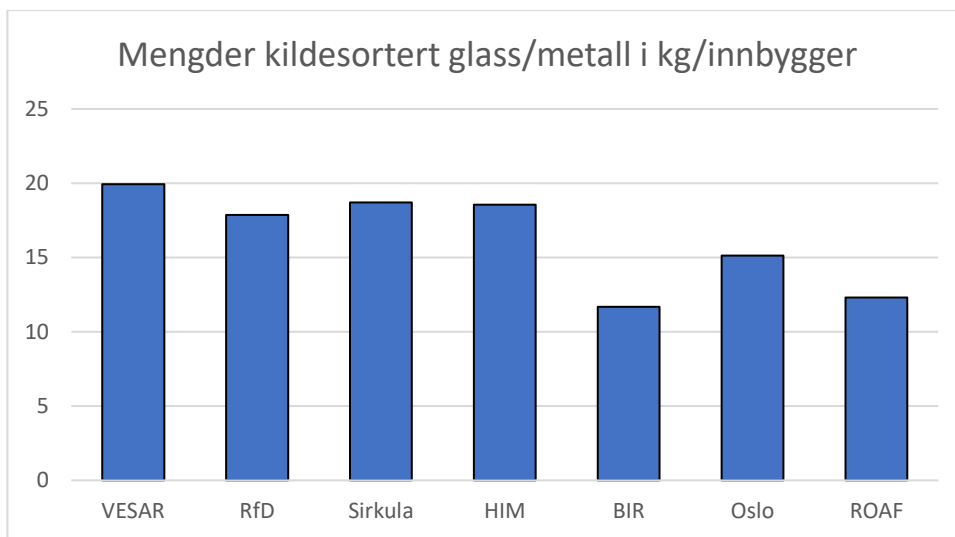
### 7.2 Oppsummering av kartleggingen

Det er foretatt en oppsummering av kartleggingen og resultatene er blant annet brukt i påfølgende delkapittel hvor det er satt opp noen grove økonomiske vurderinger basert på de oppgaver som er innhentet fra kommunene. Det skiller på innsamlet mengde, kvalitet, valg av utstyr oppsamling og

innsamling, type omlasting og avvik ved levering ved dagens kvalitetskriterier. Det er ikke komplette datasett for alle kommuner og regioner og derfor er ikke alle tabeller komplette.

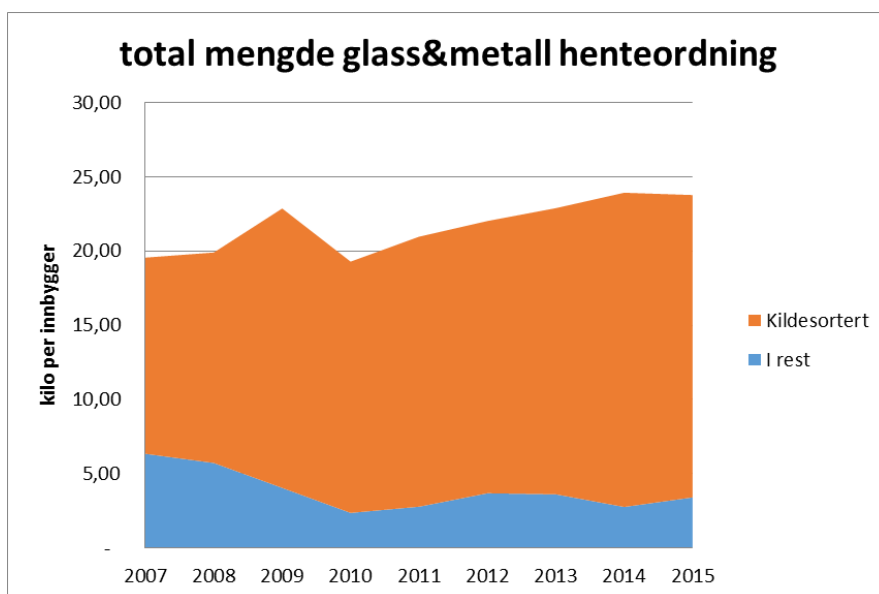
### 7.2.1 Innsamlet mengde

Figur 23 viser innsamlet mengde for 2017 angitt i kg/innbygger. I snitt gir henteordningene ca. 18,8 kg/innbygger, mens bringeordningene ligger på 13,0 kg/innbygger. Dette er ukorrigerede tall som inkluderer feilsorteringer levert videre med varene som leveres til Onsøy. Det betyr at henteordningene har om lag 45 % høyere mengde i forhold til bringeordningene. Snittet for alle områder i Norge med henteordninger er 17,2 kg/innbygger mot 13,5 for bringeordninger, eller 27 % høyere mengde i henteordninger.



Figur 23 – Totale mengder kildesortert glass- og metallemballasje i kg/innbygger fra hver av de syv case-områdene. De fire til venstre har henteordning, mens de tre til høyre har bringeordning.

VESAR har tall som viser utviklingen over tid i mengde utsortert i i restavfall:



## 7.2.2 Kvalitet og avvik

Det fremgår av påfølgende tabell at det i første rekke er problemer med kvalitet i områder med henteordning. Det kan skyldes både pga. mye feilsorteringer, store gjenstander og nedknusing. HIM har lavest andel avvik av henteordningene, som kan tilskrives spesialbeholder med lokk i lokk og gravitasjonslås, men bruker vanlig komprimatorbil.

Det er færre problemer i ordninger med bringeordning. I Oslo var dt noen avvik knyttet til store gjenstander i 2018, men så er det også vanlig med 22 cm åpning. Maks størrelse er 16 cm i kravspesifikasjonen. Skånsom innsamling og omlasting gir allikevel Oslo trolig en kvalitet som er blant de aller beste.

	Beskrivelse av kvalitet	Avvik 2017-2018
RfD	Plukkanalyser viser 13-15 % feilsorteringer. Har etablert viss rutine på å fjerne de mest åpenbare feilsorteringene (1 %).	Noe avvik, feilsorteringer, mv. 8 % trekk på totalbeløp.
Sirkula	Har ikke dokumentasjon på kvalitet fra analyser.	Store avvik. Trekk på 25-30 % på pris for hele mengden.
HIM	Har ikke fått dokumentasjon fra analyser som er utført.	Noe avvik hovedsakelig pga. nedknusing.
BIR	Bra kvalitet og mindre nedknusing. Nye kranbiler uten noe komprimering er viktig.	Ingen avvik i 2017-2018 etter innføring av nye kranbiler
Oslo	Høy kvalitet, lite feilsortering og metallemballasje.	Nesten ingen avvik.

Det er gjennomført en rekke densitetsanalyser av mottatt vare på Onsøy i flere runder, og de viser meget stor variasjon i egenvekten på det som leveres. Nedknusing er et omfattende problem som medfører nedsatt kapasitet på sortering og lavere andel glass som går til ny glassproduksjon.



### 7.2.3 Utstyr oppsamling og innsamling

	Oppsamlingsutstyr	Kjøretøy
RfD	Plastbeholdere i de fleste størrelser, glasshus og noe nedgravde løsninger.	Spesialbil med container og beholderlift.
Sirkula	Plastbeholdere 140 liter standard og nedgravde løsninger.	Komprimatorbil
HIM	Plastbeholder 140 liter med 16 cm innkaståpning i lokk og gravitasjonslås.	Renovasjonsbil uten komprimering, maks 180 kg/m <sup>3</sup> og skånsom innmatning
BIR	Bunntømte containere, 2 m <sup>2</sup> som hovedløsning. Felles containere bygges ut med nivåmåling.	Kranbil med container og en spesialbil
Oslo	Bunntømte containere, 3,5 m <sup>3</sup> som hovedløsning. Nedgravde og med delvis nivåmåling.	Kranbil med container



**Beholder fra HIM**

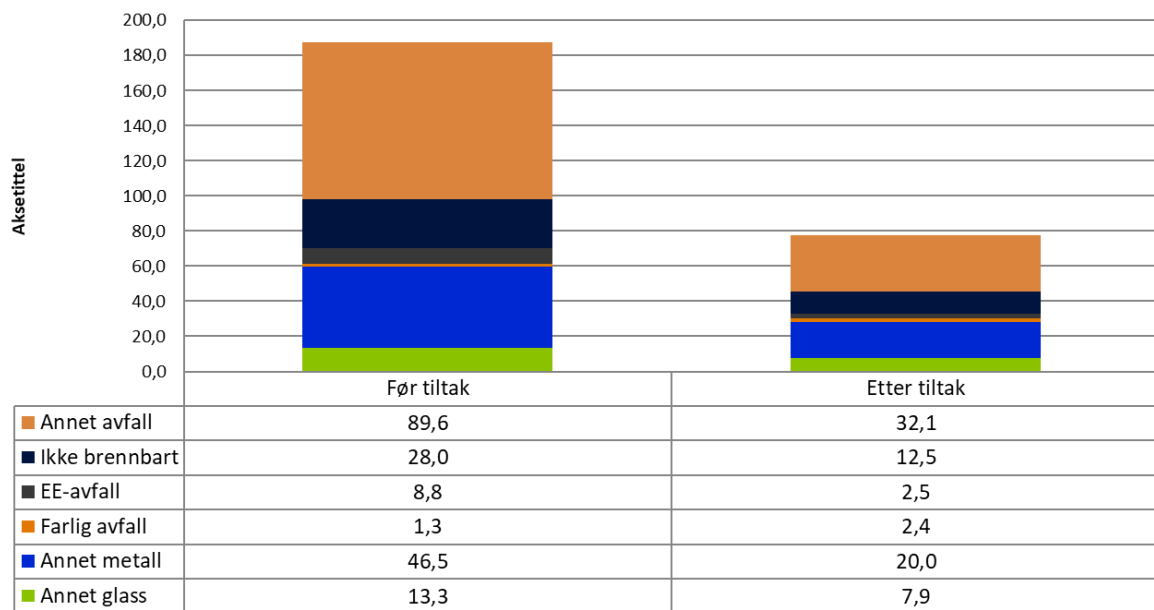


**Beholdere fra Drammensregionen**



**Spesialbil som brukes i RfD**

### Mengde feilsortering per tonn vare (kg)



**Feilsortering i fellesløsninger før tiltak og etter at det ble montert låste lokk og rosetter.**

## 7.2.4 Omlasting

	Anleggets utforming	Bruk av maskiner
RfD	Slitt gammelt betongdekke og binger. Utendørs lagring.	Hjullaster for å stable masser og laste i container
Sirkula	Utendørs omlasting på betongdekke.	Hjullaster
HIM	Utendørs bingje på betongdekke.	Hjullaster med skuff
BIR	Utendørs omlasting i bås i betong.	Hjullaster
Oslo	Kun container fra innsamlingsbil som lastes om. Mulig bruk av presenning. Sendes av gårde fortløpende uten mellomlagring.	Ikke bruk av maskin
ROAF	Innsamlingsbil tømmer rett over i container ved rampe.	Ikke bruk av maskin