



Miljøministeriet
Miljøstyrelsen

Kvalitet af plast samt mad- og drikkekartoner

Miljøprojekt nr. 2166

April 2021

Udgiver: Miljøstyrelsen

Redaktion:

Aske Nydam Guldborg, COWI A/S

Anita Dahl Hansen, COWI A/S

Louise Kreilgård, COWI A/S

Jesper Karup Pedersen, COWI A/S

ISBN: 978-87-7038-296-0

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

Må citeres med kildeangivelse

Indhold

Sammenfatning	5
1. Indledning	10
2. Baggrund og formål	12
3. Metode	14
3.1 Kvalitet, Definition	14
3.1.1 Elementer og begreber	14
3.1.2 Sammenhæng med Joint Research Centers definition	15
3.2 Værdikæden, Overblik	16
3.3 Litteratursøgning	18
3.4 Interviews	18
3.5 Workshop	18
4. Resultater	19
4.1 Litteratursøgning, interviews og workshop	19
4.1.1 Litteratursøgning	19
4.1.2 Interviews	19
4.1.3 Workshop	20
4.2 Fire generelle fokusområder	21
4.2.1 Fokusområde 1: Sammensætning af indsamlingssystemer	21
4.2.2 Fokusområde 2: Effektiviteten af udsortering på centrale anlæg	23
4.2.3 Fokusområde 3: Anvendelsen af de udsorterede materialer	27
4.2.4 Fokusområde 4: Renhed og mængder	30
4.3 Mangler i vidensgrundlag og begrænsninger	34
Referencer	35
Bilag 1. Anvendt metode	38
Bilag 2. Eksisterende litteratur, Oversigt	42
Bilag 3. Interviews, Oversigt	54
Bilag 4. Spørgeguides	56
Bilag 5. Workshop	59

Anvendte forkortelser

DI	Dansk Industri
DSD	Dualen Systems Deutschland GmbH
DTU	Danmarks Tekniske Universitet
EU	Europæiske Universitet
HDPE	High Density Polyethylen (hårdplast)
LDPE	Low Density Polyethylen
NTNU	Norges Teknisk-Naturvidenskabelige Universitet
PE	Polyethylen
PET	Polyethylene terephthalate
PP	Polypropylene
PS	Polystyren
SDU	Syddansk Universitet

Sammenfatning

Ny aftale

Regeringen og et bredt flertal i Folketinget indgik i juli 2020 en ny aftale om en klimaplan for en grøn affaldssektor og cirkulær økonomi med langt mere genanvendelse og langt mindre forbrænding. Et af målene er for eksempel 60 % reel genanvendelse af plast i 2030. For at opnå dette, og andre mål i planen, skal der blandt andet indføres så ensartede regler som muligt for indsamling og sortering af 10 typer af husholdningsaffald i alle landets kommuner.

Vidensgrundlag

I kølvandet herpå har Miljøstyrelsen ønsket at tilvejebringe yderligere konsolideret viden om blandt andet kvalitet og genanvendelighed af plast og mad- og drikkekartoner ved forskellige indsamlingsmetoder. Vidensgrundlaget for styrelsens faglige vurdering af, hvordan indsamling af plast og mad- og drikkekartoner, via udsortering af restaffaldet, bedst kan sammenholdes med særskilt/kombineret indsamling af disse fraktioner, skal være solidt og opdateret.

Formål

På den baggrund har Miljøstyrelsen igangsat et projekt, hvis formål er at sikre en vidensindsamling om kvaliteten i genanvendelsen af plast samt mad- og drikkekartoner, der baserer sig på publikationer offentliggjort i 2015 eller senere. Det er bl.a. videnskabelige publikationer, publicerede konsulentrapporter og ikke-publicerede kommunale rapporter. Vidensindsamlingen er suppleret med en række interviews med udvalgte aktører. Denne rapport præsenterer resultaterne af projektet.

Det skal i denne sammenhæng nævnes, at projektets formål og dets klare fokus på kvalitet betyder, at andre parametre, der også har indflydelse på kvaliteten af plast samt mad- og drikkekartoner og, ikke mindst, muligheden for at øge genanvendelsesprocenten, ikke er behandlet i nærværende rapport. Det drejer sig om sådanne parametre som f.eks. design, økonomi og miljøeffekter.

Scenarier

Projektet har set på tre scenarier, hvad indsamlingssystemerne angår:

- Særskilt indsamling ved husstanden med plast for sig og mad- og drikkekarton for sig
- Kombineret indsamling ved husstanden med plast og mad- og drikkekarton sammen
- Eftersortering med udtagning af plast samt mad- og drikkekarton fra restaffaldet.

Metode

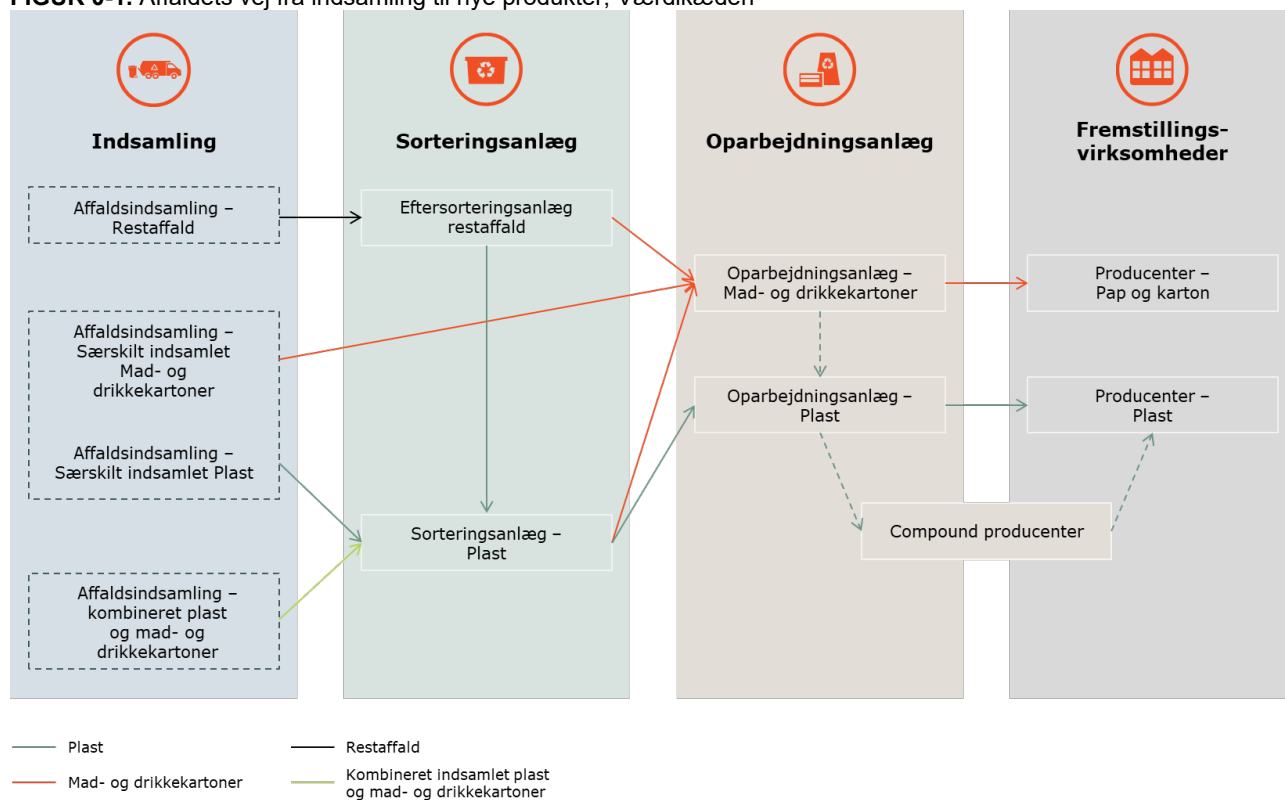
Projektet har bestået af tre faser, alle beregnet på at indsamle viden om udsortering af plast og mad- og drikkekarton, både centralt og ved kilden:

- Litteratursøgning
 - Der er gennemført et litteraturstudie (publikationer offentliggjort i 2015 eller senere) med henblik på at indsamle eksisterende data fra anerkendte databaser, publicerede rapporter og sorteringsforsøg gennemført af kommuner og behandlingsanlæg.
- Interviews
 - Der er foretaget i alt 21 interviews med især repræsentanter for sorteringsanlæg og anlæg, der oparbejder plast og mad- og drikkekartoner (primært udenlandske anlæg).
- Workshop
 - Der er gennemført en workshop med deltagelse af aktører fra forskningsverdenen, plastindustrien og affaldsbranchen for at få input og kommentarer til de fordele og ulemper, der er forbundet med forskellige indsamlingssystemer for plast og mad- og drikkekarton.

Værdikæden

Figur 0.1 nedenfor angiver værdikæden for affaldets vej fra indsamling til producenter af plast samt pap og karton. De tre anvendte indsamlingsscenarier er angivet ved de stiplede bokse til venstre, mens de farvede pile angiver forskellige affaldsfraktioner.

FIGUR 0-1. Affaldets vej fra indsamling til nye produkter, Værdikæden¹



Note: 1) De enkelte anlæg kan i praksis udføre et eller flere af disse trin i deres proces. De stiplede firkanter til venstre indikerer de tre scenarier for indsamling, der beskrives i denne rapport. De stiplede linjer under Oparbejdningsanlæg og Fremstillingsvirksomheder angiver veje, der ikke er meget udbredte.

Værdikæden spænder fra indsamlingstrinnet til sortering og oparbejdning, og i sidste ende produktion af nye produkter. Affaldet bevæger sig fra venstre mod højre i figuren.

Fire fokusområder

I projektet er der opstillet fire fokusområder for indsamlingen af data og informationer. De har været styrende for analysen og også den måde, hvorpå resultaterne er præsenteret.

I resten af denne sammenfatning anføres de resultater (eller *findings*), der er gjort inden for hvert fokusområde, baseret på litteratur, interviews og workshop.

Fokusområde 1

Fokusområde 1 – der har titlen "Sammensætning af indsamlingssystem og øvrige indsamlingssystemer ved husstanden" – har betydning for kvaliteten og kvantiteten af materialerne, da det betyder noget, om det er udsorteret særskilt, kombineret eller fra restaffald, samt hvilke øvrige fraktioner der indsamles kildesorteret ved husstanden.

Resultaterne er:

- Korrekt sortering ved husstanden betyder meget for renheden af materialerne og mængden heraf. Kombineret indsamling, såvel som sortering af restaffald påvirker oparbejdningsledet,

der skal håndtere et mere forurenet materiale. Der er ved sammenblanding en større risiko for migrering af uønskede stoffer ind i materialerne.

- Særskilt indsamling af andre affaldstyper (især madaffald, glas og farligt affald) betyder meget for renheden af plast og mad- og drikkekarton ved central udsortering fra restaffaldet, da meget organisk materiale i affaldet betyder øget lugt fra de udsorterede materialer.
- Komprimering i indsamlingsbilen kan forårsage et mindre kvantitetstab, særligt af plast men også af mad- og drikkekarton, da det er sværere at sortere efterfølgende.
- Renheden af plast og mad- og drikkekarton til forsoring er lige god, om dette er indsamlet særskilt eller som plast og mad- og drikkekarton sammen.
- Der indsamles mere plast til genanvendelse ved restaffaldssortering, sammenlignet med kombineret og særskilt indsamling.
- Der er så godt som ingen erfaringer med særskilt indsamling af mad- og drikkekarton, hverken i Danmark eller i udlandet. I Danmark er det kun Fredericia Kommune, der har indført indsamling i klar plastsæk. Sammenligning af kvaliteten med central sortering er imidlertid ikke gennemført i dette tilfælde. Det indsamlede materiale afsættes til Tyskland.

Fokusområde 2

Fokusområde 2 bærer titlen "Effektiviteten og kvaliteten af udsorteringen på anlæg til forsoring af enten blandet plast og mad- og drikkekarton eller restaffald alene". Her ses på om effektiviteten i forhold til kvalitet og mængde, der kan udsorteres, hænger sammen med den kvalitet af materialet, som kommer ind på anlægget.

Resultaterne er:

- Anlæg til forsoring og oparbejdning af plast ser ikke den store forskel i output-kvaliteten fra anlæggene, uanset om plast er indsamlet særskilt, kombineret eller udsortet fra restaffald. Der er til gengæld en forskel med hensyn til den samlede mængde af oparbejdet materiale. Det vil sige, at ved særskilt indsamling opnås en større mængde oparbejdet materiale.
- Ved at udsortere i flere plastfraktioner ved kilden, kombineret med en mekanisk sortering af restaffaldet, opnås en væsentlig højere genanvendelsesprocent af plast. Dette er i forhold til kildesortering af blandet plast alene eller ved brug af mekanisk sortering som behandlingsform uden kildesortering.
- I et samarbejde mellem 10 kommuner på Fyn har man beregnet, at genanvendelsesprocenten for plast kan øges ca. 7 % (forudsat det samlede potentiale indsamles) ved etablering af central udsortering af plast fra restaffaldet sammenlignet med den nuværende ordning med udsortering af plast fra husstanden.
- Ved udsortering af plast fra restaffald i Norge er der konstateret en stigning i mængden, og dermed en stigning i genanvendelsesprocenten for indsamlet plast (i forhold til tidligere ordning med indsamling af plast ved kilden).
- På tyske sorteringsanlæg er det generelle billede, at 30-35 % af det indkomne materiale (metal, plast samt mad- og drikkekartoner) udsorteres til plastoparbejdning.
- Studier fra Holland viser, at den højeste genanvendelsesprocent for drikkevarekarton opnås med udsortering fra restaffald uden forudgående kildesortering (hverken som separate fraktioner eller i kombination).

- Repræsentanter for tyske sorteringsanlæg anfører, at 4-5 % af det indkomne affald (metal, plast samt mad- og drikkekartoner) udsorteres som drikkevarekarton til genanvendelse.
- Renheden af den sorterede og oparbejdede plast samt mad- og drikkekarton afgøres primært af markedsmekanismer (navnlig efterspørgslen) og ikke af tekniske begrænsninger.

Fokusområde 3

Fokusområde 3 bærer titlen "Muligheden for at anvende de udsorterede og oparbejdede materialer til nye produkter". Anvendelsen af materialerne til nye produkter vil afhænge af sammenlægningen af de sorterede materialer samt kvalitet og renhed efter forsortering.

Resultaterne er:

- Anvendelsen af de oparbejdede materialer og kvaliteten, de oparbejdes til, er primært defineret af markedsmekanismerne.
- De interviewede anlæg oplyser alle, at de udsorterede og oparbejdede plastmaterialer kan afsættes på markedet i dag (primært i Europa), forudsat de har den efterspurgte kvalitet. Flere tror på et voksende marked i fremtiden.
- De to forsøg (et i Københavns Kommune og et i Holland), der i form af tekniske analyser har undersøgt forskellen i renhed mellem plast centralt sorteret fra restaffald og plast fra kilde-sortering, konkluderer begge, at der ikke er en væsentlig forskel på renheden af plastmaterialet efter oparbejdning.
- Det er kun PET, der afsættes som en højere materialekvalitet, dog kun i begrænset omfang til fødevareemballage. Alt andet plast afsættes som sekundært materiale i andre produkter. Den primære årsag hertil er EU-regulering af fødevarekontaktmaterialer.
- I en artikel fra 2019 vurderes, at man ved at indføre mere sortering ved husstanden (plast fra fødevarer for sig) kan opnå mellem 42 og 60 % plastgenanvendelse til fødevareemballage. Dette kan dog ifølge repræsentanter for sorterings- og oparbejdningsanlæg ikke opnås under den gældende EU-regulering af fødevarekontaktmaterialer.
- Kemisk genanvendelse af plast kan potentielt sikre genanvendelse til alle formål herunder fødevareemballage, dog kun for visse polymerer.
- I henhold til en hollandsk undersøgelse kan fibrene fra de indsamlede drikkevarekartoner anvendes til nye produkter. Her opnås den højeste genanvendelse af fibre fra drikkevarekarton udsorteret fra restaffald.
- Mad- og drikkekarton fra restaffaldssortering kan i det nuværende marked ikke afsættes til fødevareemballage, men derimod til andre typer af emballage.

Fokusområde 4

Fokusområde 4 bærer titlen "Den generelle renhed af materialet og mængden der kan anvendes til nye produkter". Ser man på output efter oparbejdningen, kan der være forskel på mængden af materialer og renheden af disse, alt afhængig af kvaliteten af inputtet efter forsortering.

Resultaterne er:

- Af en række artikler, rapporter og interviews fremgår, at renheden og kvaliteten af plast, efter forsortering og oparbejdning, er den samme, uanset hvilket indsamlingssystem der er for plast ved husstanden. Til gengæld kan den samlede sorterede og oparbejdede mængde til genanvendelse variere, afhængig af renheden af det materiale der indsamles.

- Af en artikel fra 2018 fremgår, at der for at opnå en højere genanvendelsesprocent for plast skal være større fokus på renheden i fraktionerne og udsorteringen til højkvalitetsanvendelse af plasten, f.eks. til produktion af fødevareemballage.
- Af en teknisk rapport fra Holland følger, at en sammenblanding af drikkevarekarton og plast ved husstanden ikke medfører større urenheder af materialerne, end ved særskilt indsamling af plast og drikkevarekarton.
- Kemisk genanvendelse af plast har en særlig høj tabsrate i oparbejdningsprocessen. Det skyldes, at plasten ved kemisk oparbejdning i højere grad nedbrydes og genopbygges, hvorved der tabes mere end ved traditionel mekanisk oparbejdning.

Udfordringer

I forbindelse med vidensindsamlingen kan det konstateres, at der er nogle mangler i vidensgrundlaget. Det har givet en række udfordringer i forbindelse med gennemførelsen af nærværende projekt. De vigtigste af disse er:

Der eksisterer ikke en bredt anerkendt definition af "genanvendelseskvalitet".

- Der er relativ lidt information om særskilt indsamling af mad- og drikkekartoner, og også om sortering og oparbejdning af disse.
- Litteratur og kilder giver udtryk for forskellige holdninger til, hvilke indsamlings- og sorteringsløsninger, der giver den bedste renhed og kvalitet af materialerne, hvilket til dels er begrundet i forskellige opfattelser af, hvad der er de vigtigste problemer.
- Markedsmekanismer, herunder navnlig pris og efterspurgt mængde og kvalitet, kan være afgørende for, hvor god en kvalitet af især plast, der ønskes opnået af et oparbejdningsanlæg.

1. Indledning

Denne rapport er udarbejdet af COWI A/S (herefter: COWI). Den udgør afrapporteringen på et projekt gennemført af COWI på vegne af Miljøstyrelsen i perioden oktober-december 2020.

Projektet, hvis titel er "Kvalitet af plast samt mad- og drikkekartoner, Vidensindsamling og analyse", har haft til formål at etablere et på én og samme tid solidt og konsolideret overblik over den eksisterende viden om kvaliteten af plast samt mad- og drikkekartoner fra private husstande. Solidt, fordi det baserer sig på en grundig vidensindsamling. Konsolideret, fordi aktørerne på området, lige fra indsamlere og anlægsvirksomheder til universiteter og andre vidensinstitutioner, er relativt enige om, at den foretagne vidensindsamling er nogenlunde fuldstændig, således at den ikke har overset vigtig viden på området.

Fokus

Fokus har været på teknisk viden om kvaliteten af plast samt mad- og drikkekartoner fra private husstande, når indsamlingen finder sted ved udsortering af materialerne fra restaffaldet, og når den finder sted ved kilden, enten som særskilte fraktioner eller i kombination med hinanden.

Datagrundlag

Data og informationer er indsamlet i form af en litteratursøgning, mere end 20 interviews med aktører på området, både danske og udenlandske, og endelig en workshop med deltagelse af repræsentanter for de vigtigste aktører inden for feltet.

I forbindelse med indsamlingen af data og informationer er der lagt vægt på at identificere eksisterende viden om fordele, ulemper og udfordringer forbundet med udsortering af plast samt mad- og drikkekartoner fra restaffaldet, når der ønskes at opnå en høj genanvendelsesgrad af materialet – og på at identificere eksisterende viden om samme, når indsamlingen finder sted ved kilden. Ligeledes er den samlede mængde af det materiale, som kan genanvendes, en vigtig parameter.

Åbenhed

For både Miljøstyrelsen og COWI har det været vigtigt at sikre en stor åbenhed om projektet. Et udslag heraf er den afholdte workshop. Et andet udslag er, de mange bilag til hovedrapporten, bilag, der gør detaljeret rede for den anvendte metode, resultatet af litteratursøgningen og anvendte dokumenter.

Opbygning

Rapporten består af tre kapitler ud over denne indledning:

- Kapitel 2 fremhæver kort baggrunden og formålet med nærværende projekt.
- Kapitel 3 præsenterer den anvendte metode.
- Kapitel 4 sammenfatter resultaterne af litteratursøgningen, de foretagne interviews og den afholdte workshop.

Herudover indeholder rapporten fem bilag. Bilag 1 giver en detaljeret redegørelse for den anvendte metode, Bilag 2 præsenterer resultatet af litteratursøgningen, Bilag 3 giver en oversigt over, hvem der er blevet interviewet i forbindelse med projektet, Bilag 4 indeholder de anvendte spørgeguides, og Bilag 5 omhandler workshop'en (program og de institutionsnavne og virksomhedsnavne som deltagerne kommer fra. Ikke deltagerne).

Sidst, men ikke mindst

Projektet er som nævnt gennemført af COWI. Det betyder, at rapporten er udarbejdet af COWI, og at eventuelle fejl og mangler i rapporten ene og alene kan tilskrives COWI.

2. Baggrund og formål

I dette kapitel fremhæver vi kort baggrunden for og formålet med projektet. Herudover præsenteres videns- og dataindsamlingen, de tre anvendte scenarier og projektets afgrænsninger og begrænsninger.

Baggrunden for projektet

Regeringen og et bredt flertal i Folketinget har i juli 2020 indgået en aftale om en klimaplan for grøn affaldssektor og cirkulær økonomi, med langt mere genanvendelse og langt mindre forbrænding. For at opnå dette skal der blandt andet være så ensartede regler som muligt for indsamling og sortering af 10 typer af husholdningsaffald i alle landets kommuner. Målet er blandt andet at bidrage til at opnå 60 % reel genanvendelse af plast i 2030 (her er tale om andelen af genanvendelse af det indsamlede materiale).

I de senere år er der foretaget en række analyser, der har omhandlet udtagning af især plast fra restaffaldet. To af disse har Miljøstyrelsen publiceret. Det drejer sig om Miljøprojekt nr. 2059 *På vej – Mod øget genanvendelse af husholdningsaffald (livscyklusvurdering og samfundsøkonomisk konsekvensvurdering)* og Miljøprojekt nr. 2109 *Analyse af eftersortering af restaffald Udsortering af plast og metal fra restaffald*.

Miljøstyrelsen har ønsket at tilvejebringe yderligere konsolideret viden om blandt andet kvalitet og genanvendelighed af plast og mad- og drikkekartoner ved forskellige indsamlingsmetoder, som enten er sortering fra restaffaldet, særskilt eller kombineret indsamling, som led i en kommende dialog med aktørerne på området. Samtidig ønskes en opdatering af vidensgrundlaget for Miljøstyrelsens faglige vurdering af, hvordan indsamling af plast og mad- og drikkekartoner, via udsortering af restaffaldet, kan sammenholdes med særskilt/kombineret indsamling af disse fraktioner.

På den baggrund valgte Miljøstyrelsen at igangsætte nærværende projekt.

Formålet med projektet

Formålet med projektet er således at sikre en større vidensindsamling om kvaliteten i genanvendelsen af plast samt mad- og drikkekartoner, der baserer sig på publikationer offentliggjort i 2015 eller senere, herunder bl.a. videnskabelige publikationer, publicerede konsulentrapporter og ikke-publicerede kommunale rapporter. Vidensindsamlingen er suppleret med en række interviews med udvalgte aktører. Disse interviews er gennemført med henblik på at indsamle nye data; kvaliteten af disse skal sammenholdes med kvaliteten af de data, der kan udledes af *peer reviewed* akademisk litteratur, konsulentrapporter mv. Udenlandsk viden på området, indhentet ved hjælp af bl.a. interviews med udenlandske aktører, er inddraget. Herved etableres et samlet billede af viden og data om emnet.

Fokus har været på, hvad der i EU's affaldsdirektiver går under betegnelsen *municipal waste*. Dataindsamlingen omhandler kvaliteten og genanvendeligheden af plast og mad- og drikkekartoner, hvis de udtages fra restaffaldet som en undtagelse til kravet om særskilt/kombineret indsamling, og også mængder af de udtagne materialer. Hvad kvaliteten angår, er det vigtigt at se på, hvordan mængden af en eventuel kontaminering fra andre affaldsfraktioner er, ved de tre forskellige indsamlingsmetoder. Herunder at se på hvordan dette påvirker kvaliteten af det udsorterede plast og mad- og drikkekartoner til genanvendelse. Et særskilt fokus i forbindelse med udsortering fra restaffaldet, er data fra forsøg, for eksempel i form af analyser af sorterede og processerede prøver fra sorteringsanlæg. Herunder om disse viser hvor vidt, der

er udfordringer ved udsortering fra restaffald, sammenholdt med kildesorteret materiale indsamlet ved husstanden. I projektet analyseres det, om der i vidensindsamlingen identificeres data, der peger på, at udsortering via restaffaldet medfører en ændret kvalitet af de indsamlede materialer. Der fokuseres i nærværende projekt alene på genanvendelseskvaliteten og mængderne af de to affaldstyper ved indsamlingsmetoderne, øvrige væsentlige faktorer ved håndtering og genanvendelse, så som økonomi, miljøeffekter og design til genanvendelse, er ikke en del af dette projekt.

Videns- og dataindsamlingen

Videns- og dataindsamlingen omfatter eksisterende teknologi og erfaringer. Der fokuseres på den endelige genanvendelse og målsætningen om, at kommunerne senest 1. januar 2022 som minimum skal stille krav om 60 procent reel genanvendelse af det indsamlede plastaffald, når affaldet udbydes til behandling. Dette scenarie vurderes i forhold til særskilt/kombineret indsamling af plast og mad- og drikkekartoner fra husholdningerne, så fordele og ulemper ved restaffaldssortering er tydelig, og på en måde, så samme forhold (eller problematikker) vurderes for de tre indsamlingsmetoder (sammenligningen skal være meningsfuld).

Tre scenarier

På baggrund af dette omfatter nærværende projekt følgende tre scenarier for indsamlingssystemer (også kaldet indsamlingsscenarier):

- Særskilt indsamling ved husstanden med plast for sig og mad- og drikkekarton for sig.
- Særskilt indsamling ved husstanden med plast og mad- og drikkekarton sammen.
- Eftersortering med udtagning af plast samt mad- og drikkekarton fra restaffaldet.

Afgrænsninger og begrænsninger

Ethvert projekt har sine afgrænsninger og begrænsninger. Således også dette. De vigtigste begrænsninger i forbindelse med nærværende projekt følger ret beset af projektets formål og dets klare fokus på kvaliteten i genanvendelsen af plast samt mad- og drikkekartoner. Det betyder, at andre parametre, der også har indflydelse på kvaliteten af plast samt mad- og drikkekartoner og, ikke mindst muligheden for at øge genanvendelsesprocenten, ikke er behandlet. Det drejer om sådanne parametre som f.eks. design, økonomi og miljøeffekter, jf. Afsnit 4.1.3 og også Bilag 5 for yderligere herom.

3. Metode

Formålet med dette kapitel er at præsentere den anvendte metode.

Tre faser

Projektet har bestået af tre faser, alle beregnet på at indsamle viden om udsortering af plast og mad- og drikkekarton, både centralt og ved kilden.

De tre faser er:

- Litteratursøgning
 - Der er gennemført et litteraturstudie, omfattende relevante publikationer offentliggjort i 2015 eller senere, med henblik på at indsamle eksisterende data fra anerkendte databaser, publicerede rapporter og sorteringsforsøg gennemført af kommuner og behandlingsanlæg. Derudover er der taget kontakt til en række forsknings- og vidensinstitutioner samt øvrige relevante interessenter (brancheorganisationer, interesseorganisationer mv.), som bidrager med relevant viden om kilder, kontakter og litteratur.
- Interviews
 - Der er foretaget i alt 21 interviews med især repræsentanter for sorteringsanlæg og anlæg, der oparbejder plast og mad- og drikkekartoner (primært udenlandske anlæg).
- Workshop
 - Der er gennemført en workshop med deltagelse af aktører fra forskningsverdenen, plastindustrien og affaldsbranchen for at få input og kommentarer til de fordele og ulemper, der er forbundet med central sortering af plast og mad- og drikkekartoner fra restaffaldet.

De tre faser gennemgås nedenfor. Inden da skal det dog understreges, hvad der forstås ved kvalitet, og hvordan værdikæden ser ud.

3.1 Kvalitet, Definition

I dette afsnit ser vi på kvaliteten af plast og mad- og drikkekarton. Hvad forstår vi hermed? Det gør vi ved at fremhæve en række elementer og begreber og ved at se på den definition, som EU's Joint Research Center har gjort gældende i en nylig rapport.

3.1.1 Elementer og begreber

Forskellige elementer og begreber er centrale i en definition af kvalitet af plast og mad- og drikkekarton.

Elementer

For at sikre klarhed om, hvad der forstås ved kvalitet, er der ved fortolkningen lagt vægt på følgende elementer:

- Om en stor mængde af det udsorterede materiale kan oparbejdes og genanvendes til nye produkter, som dog ikke nødvendigvis er de samme produkter som oprindeligt. Det kan være til eksempelvis byggebranchen og bilindustrien.
- Om det udsorterede materiale kan genanvendes i produkter, der anvendes som fødevareremballage.
- Om det udsorterede materiale kan genanvendes i den samme produkttype igen.

- Om det udsorterede materiale kan genanvendes i produkter, der anvendes som anden emballage.
- Om det udsorterede materiale har en høj grad af renhed, dvs. er uden forurenende partikler på materialet (se nedenfor under renhed).
- Om det udsorterede materiale efter oparbejdning er minimal forurenet og med mindst mulig lugt.
- Om det udsorterede materiale efter oparbejdning kan anvendes i nye produkter, der alternativt vil være produceret med jomfruelig plast eller papfibre, og derved fortrænger brugen af jomfruelige materialer.
- Om det udsorterede materiale efter oparbejdning overholder de standarder for urenheder som kræves i eksempelvis Tyskland (Forordning 282:2008, 2008).
- Om det udsorterede materiale efter oparbejdning kan afsættes på det europæiske marked i dag.
- Om genanvendelsen ikke betyder et permanent tab af teknisk kvalitet, der ikke kan gendannes i en efterfølgende genanvendelsesproces (irreversible processer).

Generelt vurderes det, at hvis materialer kan genanvendes til et brug så tæt som mulig på den originale anvendelse, så er genanvendelsen af højere kvalitet end anvendelser til markant anderledes formål. Der eksisterer ikke en fast definition af genanvendelseskvalitet, men ovenstående ligger på linje med f.eks. Forum for cirkulær plastemballage under Plastindustrien, 2020, der definerer et genanvendelseshierarki for plast.

Renhed

Ved anvendelse af begrebet renhed forstås, at det udsorterede og oparbejdede materiale er rent i forhold til, at der ikke forekommer andre forurenende partikler/materialer (f.eks. organisk materiale) i plasten eller mad- og drikkekartonen. Graden af renhed er ligeledes et element i begrebet kvalitet, som beskrevet ovenfor.

Kvantitet

Ud over genanvendelseskvalitet og renhed udgør genanvendelsesmængden en central faktor, idet de forskellige indsamlingsmetoder har forskellige potentialer i indsamlede mængder, og dermed også i den samlede mængde til genanvendelse. Såfremt alt det sorterede og oparbejdede materiale kan afsættes til genanvendelse, uanset om det anses for høj kvalitets genanvendelse, så vil det betyde en højere reel genanvendelse.

Anvendelse

Ved gennemgang af kilder, litteratur, interviews mv. er de forskellige elementer omkring kvalitet, renhed og kvantitet anvendt under de beskrevne problemstillinger knyttet til indsamling, forsortering og oparbejdning af plast og mad- og drikkekarton.

3.1.2 Sammenhæng med Joint Research Centers definition

EU's Joint Research Center har i november 2020 udgivet rapporten *Quality of Recycling: Towards an operational definition* (Joint Research Centre, 2020).

Definitioner

Denne rapport indeholder en definition af kvalitet for fibermaterialer og plastmaterialer af PET/PP og til dels HDPE. Kvalitet defineres i denne især som genanvendelse, der bevarer så mange som muligt af materialets karakteristika. Specifikt lyder definitionen af kvalitet således;

"The extent to which, through the recycling chain, the distinct characteristics of the material used within products are preserved or recovered to maximise their potential to be used as secondary raw materials in the circular economy."

En dansk oversættelse af dette kunne være:

"Det omfang de forskellige egenskaber ved det materiale, der anvendes i produkterne i genanvendelseskæden, bevares eller genvindes med henblik på at maksimere potentialet for at blive brugt som sekundære råvarer i den cirkulære økonomi."

For sorteringsanlæggenes output defineres yderligere følgende som kvalitet:

"The suitability of a sorted output for the next stage of the recycling process for that output, within input specifications determined by the economic balance of receiving plants."

En dansk oversættelse af dette kunne være:

"Anvendeligheden af det udsorterede materiale i det næste led i genanvendelseskæden for dette materiale inden for de inputspecifikationer, der er bestemt af den økonomiske balance i dette næste led."

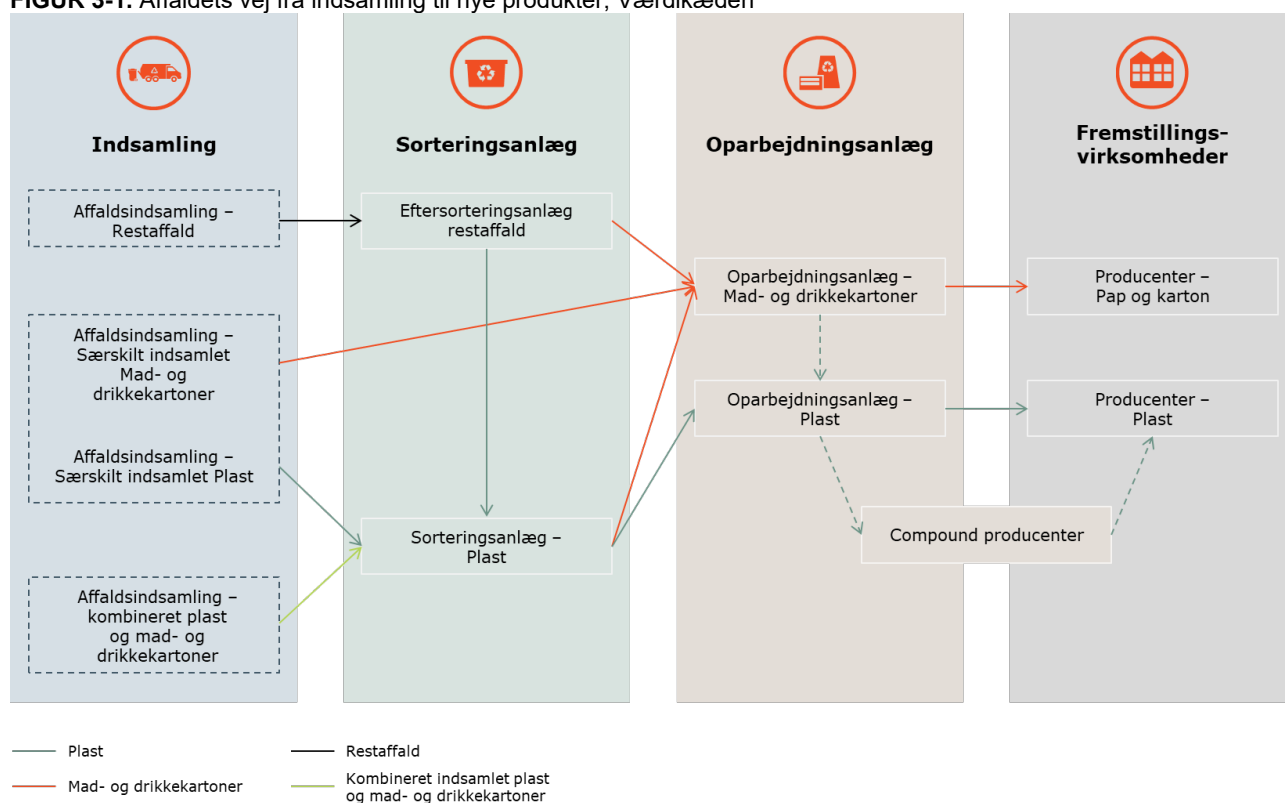
I de nærmere beskrivelser i rapporten af hvordan ovenstående kan opnås, anvendes en række tekniske parametre. Overordnet er der overensstemmelse imellem de parametre og definitioner, der anvendes i nærværende rapport og dem, som er foreslået i JRC rapporten (Joint Research Centre, 2020).

3.2 Værdikæden, Overblik

For at skabe et overblik over affaldets vej fra indsamling over sortering og oparbejdning til produktion af nye produkter - og for at kunne angive, hvor de enkelte aktører befinder sig i denne proces - er hele værdikæden for de tre indsamlingsscenarier for plast og mad- og drikkekarton, som der ses på i denne rapport, illustreret i nedenstående Figur 3-1.

De tre anvendte indsamlingsscenarier er angivet ved de stiplede bokse til venstre, mens de farvede pile angiver forskellige affaldsfraktioner.

FIGUR 3-1. Affaldets vej fra indsamling til nye produkter, Værdikæden¹



Note: 1) De enkelte anlæg kan i praksis udføre et eller flere af disse trin i deres proces. De stiplede firkanter til venstre indikerer de tre scenarier for indsamling, der beskrives i denne rapport. De stiplede linjer under Oparbejdningsanlæg og Fremstillingsvirksomheder angiver veje, der ikke er meget udbredte.

Affaldet bevæger sig fra venstre imod højre på figuren.

Plast

Plast vil, afhængig af indsamlingsscenariet, gå enten direkte til et plastsorteringsanlæg, hvor polymerer adskilles, hvis det indsamles særskilt eller kombineret med andet genanvendeligt, eller blive udsorteret fra en restaffaldsstrøm på et centralt restaffaldssorteringsanlæg, hvorefter det ligeledes gennemgår en sortering på et plastsorteringsanlæg. Derefter oparbejdes plasten til flager (*flakes*) eller pellets, der eventuelt mikses til en compound, eller anvendes direkte i produktionen af nye produkter (Miljøstyrelsen, 2020).

Mad- og drikkekartoner

Mad- og drikkekartoner vil, når det indsamles kombineret eller i en restaffaldsstrøm, gå fra sorteringsanlægget til oparbejdning, eller gå direkte fra indsamling til oparbejdning. Fra oparbejdningen af mad- og drikkekarton opstår, udover en fiber fraktion, der anvendes til produktion af karton- eller papprodukter, også en plast fraktion, der typisk går til forbrænding, men i princippet kan gå til plastoparbejdning.

Fokus på første trin

I nærværende rapport er fokus primært på de første tre trin, da kvaliteten af plast og mad- og drikkekarton hænger sammen med indsamling, sortering og oparbejdning. Enkelte producenter er inddraget i forhold til at belyse mulighederne for anvendelse af de oparbejdede materialer i nye produkter.

3.3 Litteratursøgning

Indsamling af eksisterende viden er gennemført ved søgning i diverse videnskabelige databaser, ved kontakt til allerede kendte aktører, der har udført sorteringsforsøg og analyser, samt ved henvendelse til diverse interessenter for at få input til, hvor der findes relevant litteratur og viden. På den baggrund er der udformet en bruttoliste for rapporter, kontaktpersoner, gennemførte forsøg mv., som anvendes i vidensopsamlingen. Hver kilde er gennemgået, og de overordnede konklusioner og resultater i forhold til sortering af plast og mad- og drikkekarton, er beskrevet og sammenholdt. Kilderne er ligeledes vurderet ud fra et validitetssynspunkt for de data de repræsenterer (videnskabelige data, diverse rapporter og øvrige notater).

Som udgangspunkt er alle data og publikationer fra 2015 eller senere. Der er dog enkelte undtagelser, hvor publikationen er vurderet relevant, selv om den er ældre end 2015.

Bilag 2 indeholder en oversigt over resultatet af den foretagne litteratursøgning.

3.4 Interviews

I interviewfasen blev der udarbejdet en liste med relevante forsørings- og oparbejdningsanlæg samt en spørgeguide til de enkelte anlæg, som er godkendt af Miljøstyrelsen. Anlæggene er udvalgt ud fra, at de håndterer plast og/eller mad- og drikkekarton samt, at de enten foretager en forsøring af materialet (restaffald, blandet genanvendeligt affald, eller separate genanvendelige fraktioner), eller en oparbejdning af allerede forsøret materiale. Der findes kun et enkelt dansk anlæg, der i dag foretager sortering af plast eller mad- og drikkekarton fra restaffald. Hovedparten af de interviewede anlæg er derfor udenlandske.

Der er udarbejdet separate spørgeguides for både sorteringsanlæg og oparbejdningsanlæg. Begge er udformet på dansk og engelsk, og interviews er primært foretaget på engelsk.

Ca. 60 anlæg og aktører har været kontaktet, og der er gennemført 21 interviews. Alle interviews er foretaget i november og december 2020.

Da det tidsmæssigt ikke har været muligt at interviewe alle relevante aktører, har enkelte modtaget en e-mail med spørgsmål til besvarelse, for på den måde at få flest muligt involveret i projektet.

Bilag 3 indeholder en oversigt over de foretagne interviews, mens Bilag 4 indeholder de anvendte spørgeguides.

3.5 Workshop

En workshop med titlen "Kvalitet af plast samt mad- og drikkekartoner" blev afholdt af COWI i samarbejde med Miljøstyrelsen d. 15. december 2020.

Den havde til formål at trykprøve et udkast til nærværende rapport og dermed sikre, at væsentlig viden ikke er blevet forbigået eller misforstået i forbindelse med projektet. Forud for workshoppen havde alle deltagerne fået tilsendt et rapportudkast.

Workshoppen havde i alt 36 deltagere, heriblandt repræsentanter for forskningsverdenen, virksomheder og organisationer med interesse for og kendskab til området.

Bilag 5 indeholder et notat udsendt til alle deltagere i workshoppen efter dens afholdelse. Det indeholder blandt andet en oversigt over deltagere og anvendte slides.

4. Resultater

Formålet med dette kapitel er at redegøre for resultaterne af litteratursøgningen, de foretagne interviews og den afholdte workshop. Afsnit 4.1 indeholder en kort beskrivelse af resultaterne af projekts tre faser (litteratursøgning, interviews og workshop), mens Afsnit 4.2 gennemgår resultaterne mere detaljeret. Afsnit 4.2 er struktureret efter fire generelle fokusområder.

4.1 Litteratursøgning, interviews og workshop

I dette afsnit beskrives forløbet af projektets tre faser.

4.1.1 Litteratursøgning

Kontakten til diverse institutioner og personer, kombineret med søgning af litteratur i videnskabelige databaser, har, som tidligere nævnt, betydet, at der kunne opstilles en omfattende litteraturliste med relevante data for kvaliteten af plast og mad- og drikkekarton udsortet fra restaffald sammenholdt med samme fraktioner sorteret af husholdningen (særskilt og kombineret indsamling).

Den samlede litteraturliste ses i Bilag 2.

Generelt eksisterer der en del viden om indsamling, sortering og oparbejdning af plast, mens der er væsentlig mindre viden om mad- og drikkekarton.

De indsamlede data omfatter indsamlingseffektiviteter og renheder ved forskellige systemer, udsorteringsprocenter samt kvalitet og renheder ved forsortering og oparbejdning, afhængig af affaldstypen og sammensætningen der modtages. En central udfordring er dog, at de enkelte kilder sjældent er direkte sammenlignelige, og der eksisterer få studier, der sammenligner kvalitet og renhed mellem forskellige indsamlingsordninger.

Den indsamlede litteratur indgår i den samlede beskrivelse af viden og data for plast og mad- og drikkekarton beskrevet i Afsnit 4.2.

Se mere omkring udfordringer og barrierer i Bilag 1.

4.1.2 Interviews

Der er indhentet information og data vedrørende de driftsmæssige forhold ved henholdsvis sorteringsanlæg og oparbejdningsanlæg, herunder data for input og output af materialer, samt renheden af fraktionerne, både før og efter processen.

Der er forskel på de fraktioner, de forskellige interviewede anlæg modtager. Det er gennem interviewene forsøgt at indhente resultater fra et bredt udvalg af anlægstyper. Det omfatter blandt andet sorteringsanlæg, der modtager restaffald eller modtager materialer, som er sorteret af husstanden (særskilt eller i kombination), før de eftersorteres på anlægget. Ligesådan er der for oparbejdningsanlæg er der forskel på, om de modtager udsorteret materiale fra restaffald eller udsorteret materiale, som allerede har været sorteret af husstanden, inden det eftersorteres. I Bilag 3 ses typen af anlæg og de materialer, som anlæggene modtager.

Processen omkring planlægning og gennemførelse af interviews har været omfattende for blot at opnå et passende antal anlæg i de forskellige kategorier. Særligt har det været vanskeligt af opnå interviews med anlæg, der håndterer mad- og drikkekarton (sorterer eller oparbejder), da udbuddet af disse er begrænset. Der er foretaget i alt 21 interviews.

Se mere om de foretagne interviews i Bilag 1.

4.1.3 Workshop

Generelt var der en god dialog på workshoppen. Mange relevante aktører bidrog aktivt til diskussionen af de i rapportudkastet skitserede problemstillinger.

Workshoppen havde i alt 36 deltagere, hvilket var flere end oprindeligt planlagt. Ud over personer, der var blevet interviewet forud for workshoppen, deltog også forskere, repræsentanter for andre, interesserede virksomheder og organisationer samt en repræsentant for Miljødirektoratet i Norge. Der blev lagt vægt på ikke at udelukke nogen aktører på området fra deltagelse i workshoppen.

Alle deltagere fik et udkast til nærværende rapport tilsendt forinden. Forskere ved Danmarks Teknologiske Universitet, Norges Teknisk-Naturvidenskabelige Universitet og Syddansk Universitet fik hver ordet til kommentering af udkastet (15 minutter hver), hvorefter der udspandt sig en levende diskussion.

Workshoppen blev afholdt virtuelt og optaget og arkiveret sammen med de modtagne skriftlige spørgsmål og kommentarer undervejs i chatten.

Andre parametre

På workshoppen var der kun få kommentarer, der påpegede mindre fejl og mangler. De er blevet rettet. Derimod nævnte flere deltagere, at andre parametre end dem, der er behandlet i nærværende rapport, har indflydelse på kvaliteten af plast samt mad- og drikkekartoner og, ikke mindst muligheden for at øge genanvendelsesprocenten. En række parametre blev nævnt. Selv om de ligger uden for rammerne af projektet, skal de kort nævnes, da de bidrager til en tydeliggørelse af projektets afgrænsning og dermed forbundne begrænsninger.

De øvrige parametre, som blev nævnt på workshoppen, er:

- Design
 - Her blev det blandt andet nævnt, at det er vigtigt, at design af produkterne skal sikre (eller befordre) genanvendelse, så slutproduktet kan genanvendes igen og igen.
- Økonomi
 - Der var bred enighed om, at teknologien til at oparbejde både plast og mad- og drikkekartoner til forskellige kvaliteter for genanvendelse findes den dag i dag, men at en vigtig parameter for, hvorvidt det også sker, er, at økonomien er der, at der er et marked for sorterings- og oparbejdningsanlæggene, så det kan betale sig økonomisk at producere og levere et bedre produkt på baggrund af de udvundne materialer.
- Miljøeffekt
 - I forbindelse med de opstillede scenarier blev det nævnt, at der bør ses på miljøeffekten, og at denne bør analyseres i et bredt perspektiv omfattende teknologier, oparbejdningsprocesser, tab, ressourceforbrug og transport.
- Producentansvar
 - Hvad producentansvar angår, var der enighed om, at de fremtidige producentansvarsordninger, herunder det fremtidige emballageproducentansvar, vil få stor indflydelse på genanvendelsen og hele indsamlingen og sorteringen af plast og mad- og drikkekartoner.

Se mere om workshoppen og også ovennævnte andre parametre i Bilag 5.

4.2 Fire generelle fokusområder

For at kunne sammenholde alle indhentede informationer og data på en måde, så formålet om at belyse kvaliteten af materialerne i forskellige udsorteringssammenhænge opfyldes, opdeles nærværende analyse i fire generelle fokusområder.

De er:

1. *Sammensætning af indsamlingssystem og øvrige indsamlingssystemer ved husstanden.*
Det har betydning for kvaliteten og kvantiteten af materialerne, om de er udsortet særskilt, kombineret eller fra restaffald, samt hvilke øvrige fraktioner der indsamles kildesorteret ved husstanden.
2. *Effektiviteten og kvaliteten af udsorteringen på anlæg til forsortering af enten blandet plast og mad- og drikkekarton eller restaffald alene.* Effektiviteten i forhold til kvalitet og mængde, der kan udsorteres, hænger sammen med kvaliteten af det materiale, som kommer ind på anlægget, og den teknik, der anvendes på selve anlægget.
3. *Muligheden for at anvende de udsorterede og oparbejdede materialer til nye produkter.*
Anvendelsen af materialerne til nye produkter vil afhænge af sammensætningen af de sorterede materialer samt kvalitet og renhed efter forsortering.
4. *Den generelle renhed af materialet og mængden, der kan anvendes til nye produkter.* Der kan være forskel på, hvor store mængder materialer og renheden af disse, der kommer ud som output efter oparbejdningen, afhængig af kvaliteten af inputtet efter forsorteringen.

I de efterfølgende afsnit ses der på betydningen af udsortering af plast og mad- og drikkekarton fra restaffald, i modsætning til sortering ved husstanden, enten som særskilte fraktioner eller som en kombineret fraktion. Det gøres for hvert af de fire fokusområder. Bemærk i øvrigt, at mens de tre første fokusområder vedrører hvert sit trin i værdikæden (henholdsvis indsamling, håndtering og oparbejdning af plast og mad- og drikkekarton, jf. figur i Afsnit 3.1), så vedrører det sidste fokusområde alle fire trin i værdikæden.

4.2.1 Fokusområde 1: Sammensætning af indsamlingssystemer

Indsamlingsleddet betegner det første trin i værdikæden for indsamling, håndtering og oparbejdning af plast og mad- og drikkekarton.

Korrekt sortering vigtig

Uanset om plast og mad- og drikkekarton indsamles særskilt, som en kombineret fraktion eller som en del af restaffaldet, angiver alle kilder, at det er væsentligt, at sorteringen ved husstanden er korrekt. Det omfatter også, at der sker en løbende information til borgerne for hele tiden at opnå den bedste renhed af materialerne, der indsamles. Dette peger flere sorteringsanlæg på i de gennemførte interviews.

Indsamles plast og mad- og drikkekarton sammen med restaffaldet, er det særligt vigtigt, at indsamlingsordninger for andre affaldsfraktioner er til stede ved husstanden (Miljødirektoratet, 2020). Det drejer sig specielt om udsortering af madaffald, farligt affald, papir og glas. I Norge er der ligeledes kildesortering af PET-flasker (pantordning), inden restaffaldet sendes til centralsortering.

Afsmitning fra de øvrige fraktioner på mad- og drikkekarton og plast er en vigtig problemstilling. Især organisk affald smitter af på materialerne. Både sorteringsanlæg og oparbejdningsanlæg såvel som en hollandsk rapport (Maaskant-Reilink, U Thoden van Velzen, & Smeding, 2020) angiver, at der er et større indhold af organisk materiale på overfladen af plast udsorteret fra restaffald. En plastoparbejder udtrykker ligeledes bekymring for, at andre problematiske stoffer kan absorberes af plasten (f.eks. kemikalier), når denne blandes med restaffald. Dette er en udtalt bekymring, ikke noget som er blevet undersøgt specifikt.

Afsmitning af organisk affald til mad- og drikkekartoner, især til fiberdelen, afhænger ifølge en kartonproducent, der er blevet interviewet, af den mængde af organisk affald, det blandes

med, og indsamlingsfrekvensen for affaldet. En mindre andel af organisk materiale i det indsamlede affald til sortering - samt en kort opholdstid i affaldsbeholder og ved omlastning - betyder en mindre forurenede fraktion efter sortering på sorteringsanlæggene. Mængden af organisk materiale i beholderen er mindst ved særskilt indsamling, lidt mere ved kombineret indsamling og klart mest ved indsamling i restaffald (interviews). Den typiske indsamlingsfrekvens og opholdstid i beholder og ved omlastning er som regel kortest for restaffaldssortering, noget længere for kombineret indsamling og længst for særskilt indsamling (afhænger af, hvor store mængder der skal transporteres). De to problemstillinger virker derfor modsatrettet i forhold til opholdstider og mindst mulig organisk materiale i det indsamlede plast og mad- og drikkekarton.

Renheden

Renheden af de indsamlede fraktioner afgøres ifølge de interviewede sorteringsanlæg især af, om affaldet indsamles i en gennemsigtig pose/sæk ved husstanden i stedet for en beholder og borgernes sorteringsvillighed. Derudover spiller mængden af affald/materialer, der sammenblandes, også ind. Erfaringer fra Belgien og Tyskland viser, at det er muligt at opnå en renere fraktion ved kombineret indsamling, når der anvendes en gennemsigtig pose/sæk til opsamlingen, samtidig med at befolkningens villighed til sortering er høj, end det er muligt ved en særskilt indsamling i beholder, hvor befolkningen typisk har en lavere sorteringsvillighed (interview).

I Vesthimmerland Kommune er der i perioden 2019-2020 gennemført forsøg med en særskilt indsamling af plastfolie i pose/sæk ved husstanden (Jakobsen, 2020). Forsøget viste en øget mængde indsamlet plastfolie over perioden, og at dette kunne oparbejdes og genanvendes lokalt som granulat.

I en artikel fra 2019 om plast fra husholdninger (Eriksen & Astrup, 2019) er der foretaget en gennemgang af plast sorteret ved danske husholdninger. Den viser, at mere end 90 % af plasten består af PET, PE og PP. De fleste fødevareremballage er produceret af PET og PP, mens flasker til shampoo, opvaskemidler og rengøringsmidler typisk er produceret af PE. Artiklen anfører, at hvis man ønsker at genanvende plast som et høj kvalitetsprodukt til ny fødevareremballage, skal emballageplast fra fødevarer udsorteres for sig ved husstanden.

I forbindelse med indsamlingen af plast separat ved husstanden eller som en blanding med mad- og drikkekarton har flere af de interviewede tyske sorteringsanlæg givet udtryk for, at komprimering af materialerne i indsamlingen forårsager et mindre kvantitetstab for både plast og mad- og drikkekarton i forsorteringsfasen (da affaldet sammenklemmes og derfor er sværere at sortere på anlægget). Omvendt viser en undersøgelse fra Holland i 2013 (van Welzen, Brouwer, Keijsers, Pretz, & Jansen, 2013), at dette ikke har betydning.

Endvidere oplyser flere af de interviewede tyske sorteringsanlæg, der håndterer særskilt indsamlet plast eller plast indsamlet med eksempelvis drikkevarekarton, at renheden af det sorterede materiale til efterfølgende opbejdning er lige god, uanset om indsamlingssystemet er særskilt indsamling af materialerne eller en sammenblanding af eksempelvis plast og mad- og drikkekarton.

Flere opbejdningsanlæg til plast oplyser i interviews, at de har en relativ stor andel af slam i vaskeprocessen, som udgøres af labels og etiketter fra plastemballagen. Dette problem vil blive større (og dyrere at håndtere), hvis plast og mad- og drikkekarton indsamles som en blandet fraktion ved husstanden. Det er dog muligt at sortere og oparbejde plasten til samme kvalitet, selv om dette er indsamlet i kombination med mad- og drikkekarton (interviews).

Mængden af udsorteret plast varierer væsentligt mellem de forskellige indsamlingsordninger. Central udsortering af plast fra restaffald giver den største udsorterede samlede mængde sammenholdt med særskilt indsamling eller kombineret indsamling (Miljødirektoratet, 2020). For mad- og drikkekartoner har det været vanskeligt at finde klare undersøgelser, der kan understøtte en forskellig udsorteringsgrad systemerne imellem. Særskilt indsamling af mad- og drikkekarton er ikke en udbredt indsamlingsmetode, og erfaringerne hermed er stærkt begrænsede.

I Danmark er det kun Fredericia Kommune, der har en ordning for særskilt indsamling af mad- og drikkekarton (Herlufsen, 2020). Fredericia Kommune indsamler tetrapak, mælke- og yoghurtkartoner mv. 11 gange om året som fortovsafhentning. Materialet opsamles i klare plast-sække og sættes ud på afhentningsdagen. Mad- og drikkekartoner forsorteres ikke yderligere, før det balleteres og afsættes til oparbejdningsanlæg i Tyskland (interview). Det har ikke været muligt at få oplyst genanvendelsesprocenter for mad- og drikkekarton kun indsamlet i Fredericia Kommune.

Opsamling

Sammenfattende kan nedenstående punkter fremhæves på baggrund af de gennemgåede kilder og foretagne interviews, hvad angår sammensætningen af indsamlingssystemer:

- Korrekt sortering ved husstanden betyder meget for renheden af materialerne og mængden heraf. Kombineret indsamling, såvel som sortering af restaffald, påvirker oparbejdningsledet, der skal håndtere et mere forurenede materiale. Der er ved sammenblanding en større risiko for migrering af uønskede stoffer ind i materialerne.
- Særskilt indsamling af andre affaldstyper (især madaffald, glas og farligt affald) betyder meget for renheden af plast og mad- og drikkekarton ved central udsortering fra restaffaldet, da eksempelvis meget organisk materiale i affaldet betyder øget lugt fra de udsorterede materialer (Miljødirektoratet, 2020).
- Komprimering i indsamlingsbilen kan forårsage et mindre kvantitetstab, særlig af plast, men også af mad- og drikkekarton, da det er sværere at sortere efterfølgende (interviews).
- Renheden af plast og mad- og drikkekarton til forsortering er lige god, om dette er indsamlet særskilt eller som plast og mad- og drikkekarton sammen (interviews).
- Der indsamles mere plast til genanvendelse ved restaffaldssortering sammenlignet med kombineret og særskilt indsamling (Miljødirektoratet, 2020).
- Der er så godt som ingen erfaringer med særskilt indsamling af mad- og drikkekarton, hverken i Danmark eller i udlandet. Kun Fredericia Kommune har indført indsamling i klar plast-sæk. Sammenligning af kvaliteten med central sortering er imidlertid ikke gennemført i dette tilfælde. Det indsamlede materiale afsættes til Tyskland.

4.2.2 Fokusområde 2: Effektiviteten af udsortering på centrale anlæg

Centrale sorteringsanlæg vedrører det andet trin i værdikæden for indsamling, håndtering og oparbejdning af plast og mad- og drikkekarton.

Effektiviteten af udsorteringen på centrale anlæg og også økonomien på disse afhænger af kvaliteten af det materiale, som kommer ind i anlægget. De anlæg, der er interviewet i projektet, modtager enten:

- Restaffald
- Blandede plastmaterialer fra husholdninger
- Blandede fraktioner af genanvendelige materialer, hvor plast og mad- og drikkekarton indgår, men ikke glas (f.eks. papir og pap)
- En blanding af mad- og drikkekarton, plast og metal emballager.

Plast

De interviewede fra sorteringsanlæg, der håndterer plast, giver udtryk for, at kvaliteten af den udsorterede plast fra anlæggene altid har samme standard, uanset renheden af det materiale der kommer ind på anlæggene. Forskellen ligger i hvor store mængder, der kan udsorteres af de enkelte plasttyper. Det afhænger af, hvor god sorteringen er på det materiale, som modtages.

Det er den almindelige opfattelse i markedet, en opfattelse, som understøttes af en rapport fra Miljøstyrelsen (Miljøstyrelsen, 2020), at renheden af det sorterede plast fra sorteringsanlæggene primært afgøres af, hvad det er muligt at afsætte (interviews).

Det kan for eksempel konstateres (interviews), at nogle anlæg til rene plastmaterialer producerer polymersorterede materialer med renheder (polymerrenhed) på under 90 %, mens anlæg til blandede fraktioner og restaffald sorterer materialer med renheder på over 98 %. Anlæggene angiver markedet for deres outputmaterialer som den afgørende faktor for, hvilken kvalitet der produceres. Dette skyldes, at en højere renhed kræver anvendelse af flere maskiner, især oprensings-NIR-scannere, og en lavere proceshastighed. Det medfører samlet set en højere omkostning for behandlingen. Såfremt denne ikke modsvares af en højere salgsværdi, er det ikke attraktivt for anlæggene at sikre en større renhed.

Af en artikel vedrørende plastemballage (Susanna Andreasi Bassi, 2020) fremgår ligeledes, at økonomien er afgørende for, om sorterings- og oparbejdningsanlæggene vælger at oparbejde plastaffaldet eller sende det til forbrænding, og dermed for hvor meget plast der går til genanvendelse. Hvis indsatsen for at oparbejde plasten til et anvendeligt materiale er for dyr, i forhold til hvad der kan opnås ved at sælge dette, så genanvendes det ikke.

Af konklusionen i en artikel (Eriksen, Damgaard, Boldrin, & Astrup, 2018) fremgår det, at hvis der skal opnås en højere grad af genanvendelse af plast, og den genanvendte plast skal have en bedre kvalitet, så skal der være øget fokus på kildesortering af plast ved husstanden, herunder flere fraktioner af plast. Det drejer sig både om hård plast og blød plast. En supplerende udsortering af plast fra restaffaldet vil bidrage til en højere genanvendelsesprocent. Konklusionen baserer sig på studier af 84 scenarier, der omfatter forskellige indsamlingsordninger samt centralsortering af restaffald.

Tabel 2 i Miljøprojekt 2109 (Miljøstyrelsen, 2019) opsummerer en række udsorteringseffektiviteter for plast, baseret på forskellige studier og for forskellige systemer (hvor plast er angivet flere gange, betyder dette flere forskellige systemer). Tabellen viser følgende:

System	Materiale	Udsorteringseffektivitet
Udsortering fra restaffald uden forudgående sortering ved husstanden	PET og HDPE	60 %
	Plast	0-30 %
	Plast	36 %
	Plast	3,5 %
Kildesortering ved husstanden med efterfølgende udsortering fra restaffaldet	Plastfolier	0,4-60 %
	PET-plast	5-67 %
	HDPE-plast	1-73 %
Kildesortering ved husstanden uden efterfølgende sortering af restaffaldet	Plast	0-50 %

På Fyn er 10 kommuner gået sammen om at undersøge muligheden for at etablere et centralt eftersorteringsanlæg for restaffald (Styregruppen (ProCES-Fyn), 2020). Anlægget baserer sig på erfaringer fra Norge, hvor der i dag er etableret to anlæg til udsortering af henholdsvis plast og plast og mad- og drikkekarton fra restaffald. Af projektet på Fyn fremgår, at der ud fra 73.000 ton restaffald forventes at blive udsorteret 8.900 plast (fordelt på folie, PP, HDPE, PET og PS), hvilket svarer til en stigning i kommunernes samlede genanvendelsesprocent på 7,3 (i forhold til deres nuværende indsamlingssystem). Den udsorterede plast forventes at have en renhed på 97-99 %. Dette matcher erfaringer fra Norge og Holland, hvor anlæggene begge steder angiver at opnå sådanne renheder (interviews).

Af et bilag til en rapport udarbejdet for kommunerne på Fyn (Sekretariatet (Odense Renovation A/S), 2020) fremgår, at der i udvalgte kommuner i Norge, hvor plast sorteres ud af restaffaldet på et centralt sorteringsanlæg, opnås en udsortering på 70,4 % af den samlede plastmængde (Tabel 8). I andre kommuner i Norge, hvor plasten alene sorteres af husstanden uden eftersortering af restaffaldet, opnås en udsortering på 19,4 % af plastpotentialet, mens man i Sverige, også med kildesortering og uden centralsortering af restaffald, opnår en udsortering på 12,7 % af plasten.

Som omtalt har Norge på nuværende tidspunkt to anlæg, der centralsorterer restaffald med henblik på udsortering af plast samt mad- og drikkekarton. De to anlæg har været i drift siden 2015 og 2019. Notatet fra det norske Miljødirektorat (Miljødirektoratet, 2020) indeholder en tabel, der angiver, at anlægget ROAF udsorterer 16,2 kg plast pr. indbygger pr. år, mens anlægget IVAR udsorterer 25 kg plast pr. indbygger. Kommunerne, der leverer til IVAR, har ingen udsortering af plast ved husstanden. De norske kommuner, som leverer restaffald til ROAF i dag, havde i stor udstrækning kildesortering af plast, inden sorteringsanlægget blev etableret. På daværende tidspunkt blev mængden af udsorteret plast ved husstanden opgjort til 4,5 kg pr. indbygger pr. år (kun ved kildesortering og uden central sortering af restaffaldet). Flere kommuner har dog fortsat ordningen med kildesortering af plast ved husstanden, efter at anlæg til central sortering af restaffald er etableret hos ROAF. Det må formodes, at det er grunden til, at mængden af udsorteret plast fra restaffaldet på anlægget ROAF er mindre end på anlægget IVAR. På de to anlæg udgør polymersorteret plast henholdsvis 9,7 og 11,6 kg pr. indbygger; resten udgøres af en mixed plast fraktion på henholdsvis 6,5 kg og 13,4 kg.

Repræsentanter for begge anlæg er blevet interviewet i forbindelse med projektet, og de udtaler, at for nuværende anvendes mixed plast ikke til genanvendelse, da kvaliteten er for dårlig, og fraktionen går dermed til forbrænding. Mixed plast skal derfor fratrækkes den samlede mængde af udsorteret plast for at få et tal for den mængde, der reelt går til genanvendelse. Mixed plast fra plastsorteringsanlæg kan i dag sendes til genanvendelse (til f.eks. havemøbler, vejbrønde og elefantfødder) (Miljøstyrelsen, 2020), men det koster mere end at bortskaffe det til forbrænding. Det er derfor kun, når der stilles krav til genanvendelsesprocenten, at der betales denne merpris for at genanvende fraktionen. Forskellen i anvendelsen af mixed plast afgøres således ikke af sorteringen, men af markedsmekanismerne.

I Tyskland indsamles diverse emballagefraktioner til genanvendelse i "den gule spand" ved husstanden (plast, metal og karton). På tyske sorteringsanlæg for plast samt mad- og drikkekarton modtager de materialerne fra "den gule spand" til sortering. Ifølge de gennemførte interviews er det generelle billede, at ca. 30-35 % af det indkomne materiale udsorteres som plast til oparbejdning i form af polymerer, mens yderligere en andel af mixed plast, som allerede beskrevet ovenfor, kan genanvendes til lavkvalitetsformål, hvilket dog er dyrere end forbrænding.

Mad- og drikkekarton

Hvad angår mad- og drikkekarton, er der lidt mindre litteratur og færre kilder, der omhandler dette. I en hollandsk rapport fra 2017 om drikkevarekartoner (Food & Biobase Research

Institute, Holland, 2017) er der indsamlet resultater fra en række studier, der peger på, hvor meget der indsamles og håndteres i procent i hvert led af processen afhængig af indsamlingssystemet (Tabel 11 i rapporten). Tallene er angivet i tabellen nedenfor.

System ved husstanden	Drikkevare-karton, indsamlet i % af potentialet	Drikkevare-karton, udsortet i % af indsamlet	Drikkevare-karton, genanvendt i % af sorteret	Drikkevare-karton, der samlet er genanvendt af potentialet i %
Drikkevarekarton indsamlet som en særskilt fraktion	28 +/- 2 %	-	85 +/- 5 %	24 +/- 2 %
Drikkevarekarton indsamlet sammen med plast	31 +/- 8 %	73 +/- 5 %	81 +/- 5 %	18 +/- 3 %
Drikkevarekarton indsamlet sammen med plast og metal	40 +/- 12 %	73 +/- 5 %	81 +/- 5 %	24 +/- 4 %
Drikkevarekarton indsamlet med restaffaldet	100	75	89 +/- 5 %	38 +/- 7 %

På det norske anlæg IVAR i Stavanger hvor der blandt andet udsorteres drikkekarton fra restaffaldet, frasorteres ca. 2,5 % af husholdningsaffaldet som mad- og drikkekarton (Meissner, 2020). Ligeledes har anlægget opgjort, at ca. 87 % af det samlede potentiale af mad- og drikkekarton i restaffaldet udsorteres til genanvendelse.

I interview med et anlæg til udsortering af restaffald er det oplyst, at det udsorterede mad- og drikkekarton afsættes blandet til aftager, som er tilfreds med kvaliteten i forhold til deres modtagekrav (se også Afsnit 4.2.3).

Som angivet ovenfor indsamles der i Tyskland diverse emballagefraktioner til genanvendelse. På de tyske sorteringsanlæg for plast samt mad- og drikkekarton er det generelle billede, at ca. 4-5 % af det indkomne blandede materiale udsorteres som drikkevarekarton til oparbejdning.

Standarden for udsortering af mad- og drikkekartoner i Tyskland forventes at blive strammet i 2021 for at sikre en tilstrækkelig renhed af materialerne, når de leveres til oparbejdning. Det er især mængden af fejlsorterede materialer, der forventes mindsket (interviews).

Opsamling

Sammenfattende kan nedenstående punkter fremhæves på baggrund af de gennemgåede kilder og foretagne interviews, hvad angår effektiviteten af udsorteringen på centrale anlæg:

- Anlæg til forsoring og oparbejdning af plast ser ikke den store forskel i output-kvaliteten fra anlæggene, uanset om plast er indsamlet særskilt, kombineret eller udsortet fra restaffald. Der er til gengæld en forskel med hensyn til den samlede mængde af oparbejdet materiale (interviews).

- Ved at udsortere i flere plastfraktioner ved kilden kombineret med en mekanisk sortering af restaffaldet opnås en væsentlig højere genanvendelsesprocent af plast (Eriksen, Damgaard, Boldrin, & Astrup, 2018).
- I et samarbejde mellem 10 kommuner på Fyn har man beregnet, at genanvendelsesprocenten for plast kan øges ca. 7 % (forudsat det samlede potentiale indsamles) ved etablering af central udsortering af plast fra restaffaldet sammenlignet med den nuværende ordning med udsortering af plast fra husstanden (Styregruppen (ProCES-Fyn), 2020).
- Ved udsortering af plast fra restaffald i Norge er der konstateret en stigning i mængden og dermed en stigning i genanvendelsesprocenten for indsamlet plast (Miljødirektoratet, 2020).
- På tyske sorteringsanlæg er det generelle billede, at 30-35 % af det indkomne materiale (metal, plast samt mad- og drikkekartoner) udsorteres til plastoparbejdning (interviews).
- Studier fra Holland viser, at den højeste genanvendelsesprocent for drikkevarekarton opnås med udsortering fra restaffald uden forudgående kildesortering (hverken som separate fraktioner eller i kombination) (van Welzen, Brouwer, Keijsers, Pretz, & Jansen, 2013).
- Repræsentanter for tyske sorteringsanlæg anfører, at 4-5 % af det indkomne affald (metal, plast samt mad- og drikkekartoner) udsorteres som drikkevarekarton til genanvendelse.
- Renheden af den sorterede og oparbejdede plast samt mad- og drikkekarton afgøres primært af markedsmekanismerne (navnlig efterspørgslen) og ikke af tekniske begrænsninger (interviews).

4.2.3 Fokusområde 3: Anvendelsen af de udsorterede materialer

Anvendelsen af de udsorterede og oparbejdede materialer til nye produkter vedrører det tredje trin i værdikæden for indsamling, håndtering og oparbejdning af plast og mad- og drikkekarton.

Plast

Oparbejdning af plast samt mad- og drikkekarton på de interviewede anlæg sker primært for følgende udsorterede plasttyper:

- PP
- HDPE
- PET-flasker
- PS
- LDPE
- Mixed plast.

Et anlæg i Norge foretager en forsortering af plast samt mad- og drikkekarton fra restaffaldet samt en oparbejdning af plast ved anvendelse af vaskeanlæg og efterfølgende neddeling. I interview med anlægget er det oplyst, at der produceres pellets af det udsorterede LDPE og flager af det udsorterede HDPE og PP. Der er meget få PET-flasker i restaffaldet i Norge, da der er etableret et pantsystem for disse. Som markedet er i dag, kan alle deres plastmaterialer afsættes til primært Tyskland og Holland, med undtagelse af mixed plast. PET-bakker udsorteres ikke, da der ikke er økonomi i dette.

Det udsorterede plast fra restaffaldet på et andet anlæg i Norge afsættes til Tyskland, Holland og Litauen (interview). Her bliver de forskellige typer anvendt i bygningsplast, til affaldssække, i bilindustrien og som fleece i tekstiler. Alt det producerede plastmateriale, som ikke er mixed plast, kan afsættes.

Anlæggene til forsoring og oparbejdning, som er blevet interviewet i forbindelse med dette projekt, afsætter typisk plastmaterialerne i EU, primært til Holland, Tyskland, Østrig og Italien. Alle plastmaterialer, undtagen PET, der typisk indsamles via pantordninger, bliver anvendt til nye produkter, som ikke har fødevarekontakt. Plastmaterialerne afsættes som granulat og flager efter oparbejdningen. Det oparbejdede materiale afsættes primært til bygge-, landbrugs- og bilindustrien. Alle de rene plastmaterialer kan afsættes på nuværende tidspunkt.

I interview med et oparbejdningsanlæg, der både modtager plast udsortet fra den tyske kil-desorteringsordning og udsortet fra restaffald fra anlæg i Norge, er det erfaringen, at kvaliteten af det granulat mv., de producerer, er lige god, uanset om platen kommer fra tyske anlæg eller det norske. De oplyser, at der ingen forskel er i afsætningsmulighederne efterfølgende, og at platen derfor afsættes til de samme formål.

De samme oparbejdningsanlæg angiver yderligere, at der i princippet godt kunne produceres – og tidligere er blevet produceret - ikkefødevare-emballager af platen, særligt fra HDPE og PP. Dette sker dog ikke i dag, da det ikke er økonomisk attraktivt. Det ville kræve en større processering, der ikke modsvares af en tilsvarende økonomisk gevinst.

I en rapport fra Københavns Kommune om forsøg med plast fra kommunen (Københavns kommune, 2020 unpublished) konkluderes, at plast indsamlet særskilt ved husstanden og plast udsortet centralt fra restaffald i sidste ende kan anvendes til samme type oparbejdning i nye produkter – altså at materialet fra de to forsøg er sammenligneligt. I forsøgene forsor-tes og oparbejdes plast opsamlet særskilt ved husstanden og udsortet centralt på det norske anlæg i Stavanger. Rapporten baserer konklusionen på en række målte tekniske egenskaber på den oparbejdede plast af typerne PP og HDPE, hvor der ikke kunne konkluderes en forskel på de to udsorterede materialer. Et hollandsk forsøg med sammenligning af indholdet af orga-niske forureninger i LDPE, ved henholdsvis central sortering fra restaffaldet og ved kombineret indsamling ved husstanden, konkluderer ligeledes, at der ikke er en signifikant forskel på pla-stens molekyllære forurening mellem de to indsamlingsmetoder (Maaskant-Reilink, U Thoden van Velzen, & Smeding, 2020).

EU-regulering betyder, at plastemballager, der anvendes til fødevarer, kun kan produceres af genanvendt plast, hvis denne kan garanteres at være 100 % plast fra emballager anvendt til fødevarer (EFSA Journal 2011 9(7): 2184, 2011) (Forordning 282:2008, 2008). Der eksisterer dog en undtagelse for PET, hvor kravet er sænket til 95 %. Disse krav betyder ifølge de opar-bejdere, der er interviewet, at kun PET kan genanvendes til fødevareemballage. Hvorvidt PET-flaskerne i dag genanvendes til fødevareemballage, er primært et markedsspørgsmål (pris og afsætning). En oparbejder af PET udtrykker bekymring for, om PET fra en restaffaldsstrøm vil kunne overholde EU-reguleringen på grund af migration af problematiske stoffer ind i platen. Der er dog ikke data, der kan be- eller afkræfte dette.

I en artikel fra 2019 om plast fra husholdninger (Eriksen & Astrup, 2019) er det beskrevet, at plastgenanvendelsen til nye fødevareemballager kan øges fra 0 % til 40-62 % ved at indføre indsamlingssystemer ved husstanden, der baserer sig på indsamling af plast fra fødevarer for sig. Det inkluderer også PP-genanvendelse til fødevareemballage, hvad ingen af de interview-ede anlæg angiver som muligt under den nuværende EU-regulering.

Der eksisterer i dag et begrænset antal anlæg til kemisk genanvendelse af plast, herunder et i Danmark, men med en ind til videre begrænset kapacitet. Kemisk genanvendelse af plast kan potentielt ændre perspektiverne for, hvilke fraktioner af plast der kan anvendes til hvad, og hvilke urenheder der accepteres. En kemisk oparbejder angiver, at så længe deres modtage-krav overholdes, kan de genanvende PE, PP og mixed plast fra sorterings- og restaffaldssor-teringsanlæggene. Det er angiveligt tilfældet, uanset hvilken indsamlingsmetode for platen der anvendes ved husstanden. De definerede modtagekrav ligger under de markedstypiske

krav i Europa (DSD-specifikationer). Tabet fra kemisk genanvendelse er dog højere end for mekanisk genanvendelse.

Mad – og drikkekarton

Mad- og drikkekarton afsættes i Europa, hvor det i interviewene er oplyst, at der er tre store producenter af mad- og drikkekartoner. De tilbagetager den udsorterede mad- og drikkekarton og afsætter denne til genanvendelse.

Udsorteret mad- og drikkekarton fra et anlæg i Norge afsættes til kartonproduktion til ikke fødevareemballage. Som markedet er i dag, kan alt deres mad- og drikkekarton afsættes (papdelen).

Generelt kan det genanvendte mad- og drikkekarton kun anvendes i ny produktion af fødevareemballage, så længe det inderste materiale i emballagen ikke består af genanvendte fibre (interview).

Hvad angår anvendelsen af oparbejdede drikkevarekartoner, blev der i 2013 udarbejdet en rapport i Holland (van Welzen, Brouwer, Keijzers, Pretz, & Jansen, 2013). Af denne fremgår, at drikkevarekartoner oparbejdes til fibre, som afsættes i ny produktion af drikkevarekarton (ikke den inderste kerne). Mængden af genanvendte fibre, der kan oparbejdes, er fordelt på forskellige typer af indsamlingssystemer ved husstanden. Tabel 124 i rapporten viser følgende:

Indsamlingssystem	Fibre i % af drikkevarekarton, der blev genanvendt
Særskilt indsamling af drikkevarekarton	16
Drikkevarekarton indsamlet sammen med plast	23
Drikkevarekarton indsamlet med papir og pap	9
Drikkevarekarton udsorteret fra restaffald	68

Der er i Europa ca. 20 oparbejdningsanlæg for mad- og drikkekartoner. Disse er specifikt designet til at behandle denne fraktion. Kun ét anlæg angiver at genanvende direkte til fødevareemballage, hvor også det inderste lag er lavet af genanvendte fibre. De øvrige producerer typisk andre emballager, f.eks. papkasser (interviews). Dette ene anlæg ønsker ikke at modtage mad- og drikkekartoner fra restaffald, da det frygter ikke at kunne overholde Tysk Fødevaresikkerheds Regulering (BFR, 2019). Det har dog ikke dokumentation for denne bekymring. De fleste af de øvrige oparbejdningsanlæg modtager gerne mad- og drikkekartoner fra restaffaldssortering, dog ikke til produktion af ny fødevareemballage.

Opsamling

Sammenfattende kan nedenstående punkter fremhæves på baggrund af de gennemgåede kilder og foretagne interviews, hvad angår anvendelsen af de udsorterede og oparbejdede materialer til nye produkter:

- Anvendelsen af de oparbejdede materialer og kvaliteten, de oparbejdes til, er primært defineret af markedsmekanismerne (interviews) (Joint Research Center, 2020).
- De interviewede anlæg oplyser alle, at de udsorterede og oparbejdede plastmaterialer kan afsættes på markedet i dag (primært i Europa). Flere tror på et voksende marked i fremtiden.

- De to forsøg (Københavns Kommune og Holland), der i form af tekniske analyser har undersøgt forskellen i renhed mellem plast centralt sorteret fra restaffald og plast fra kildesortering konkluderer begge, at der ikke er en væsentlig forskel på renheden af plastmaterialerne efter oparbejdning.
- Det er kun PET, der afsættes som en højere materialekvalitet, dog kun i begrænset omfang til fødevareemballage. Alt andet plast afsættes som sekundært materiale i andre produkter. Den primære årsag hertil er EU-regulering af fødevarekontaktmaterialer (interviews).
- I en artikel fra 2019 (Eriksen & Astrup, 2019) vurderes, at man ved at indføre mere sortering ved husstanden (plast fra fødevarer for sig) kan opnå mellem 42 og 60 % plastgenanvendelse til fødevareemballage. Dette kan dog ifølge repræsentanter sorterings- og oparbejdningsanlæg ikke opnås under den gældende EU-regulering af fødevarekontaktmaterialer.
- Kemisk genanvendelse af plast kan potentielt sikre genanvendelse til alle formål, herunder fødevareemballage, dog kun for visse polymerer.
- I henhold til en hollandsk undersøgelse (van Welzen, Brouwer, Keijzers, Pretz, & Jansen, 2013) kan fibrene fra de indsamlede drikkevarekartoner anvendes til nye produkter. Her opnås den højeste genanvendelse af fibre fra drikkevarekarton udsortet fra restaffald.
- Mad- og drikkekarton fra restaffaldssortering kan i det nuværende marked ikke afsættes til fødevareemballage, men derimod til andre typer af emballager (interviews).

4.2.4 Fokusområde 4: Renhed og mængder

Problemstillingen vedrørende renhed og mængder hænger, i modsætning til de foregående fokusområder, sammen med alle fire trin i værdikæden.

Plast

Af en artikel publiceret i 2013 vedrørende indsamlingssystemer for plast og deres indflydelse på kvaliteten af genanvendt plast (Luijsterburg & Goossens, 2013) fremgår, at uanset indsamlingssystemet ved husstanden, om dette er særskilt indsamling af plast eller plast indsamlet med andet genanvendeligt, er renheden og kvaliteten af materialet efter oparbejdning den samme kvaliteten er som beskrevet og defineret i Kapitel 3).

I et notat udarbejdet af SDU (Engineering, 2019) fremgår, baseret på en publiceret artikel (Brouwer, et al., 2017), at hollandske undersøgelser peger på, at renheden af plast efter oparbejdning er den samme, uanset om det er indsamlet kildesortet eller udsortet fra restaffald. Plast udsortet fra restaffald indeholder flere rester af organisk materiale, men efter oparbejdning i form af vask og granulering er kvaliteten den samme som for kildesortet plast. Notatet peger på, at det vigtigste forhold er, at renheden af genanvendt plast, uanset indsamlings- og sorteringsmetode, er ringere end de jomfruelige plastmaterialer (dog kan det stadig genanvendes).

I et bilag til den udarbejdede rapport for kommunerne på Fyn (Sekretariatet (Odense Renovation A/S), 2020), er der foretaget en sammenligning af renheden af plast udsortet på et anlæg i Norge, der sorterer restaffald, og på et anlæg i Sverige, der modtager kildesortet plast fra husholdninger. Renheden er sammenholdt med de tyske DSD-krav for plast indsamlet i "den gule spand". I tabellen nedenfor ses resultatet.

Plasttype	Renhed ved sortering på anlæg i Norge	Renhed ved sortering på anlæg i Sverige	DSD-krav til renhed
PP	98,6 %	98,8 %	94 %
HDPE	97,7 %	98,9 %	94 %
PET flasker	96,1 %	97,8 %	-
PS	95,5 %	96,6 %	-
PE-film	96,3 %	97,6 %	92 %

Tidligere nævnte notat fra SDU (Engineering, 2019) indeholder ligeledes en tabel, som viser renheden af plastmaterialer udsorteret fra restaffald på anlægget ROAF i Norge i 2015, sammenholdt med anlæggets garanterede renhed af plasten (Tabel 7). Data er vist i nedenstående tabel.

Materiale	Garanteret renhed i %	Målt renhed i %
PE-film	96	96,3
HDPE	97	97,2
PP	97	97,6
PET	97	97,2

Med udgangspunkt i ovenstående tabeller er der foretaget et interview med en repræsentant for en oparbejdningsvirksomhed, der modtager plast fra ROAF. Vedkommende giver udtryk for, at det udsorterede plast fra restaffald i Norge har samme renhed som det plast, der modtages fra "den gule spand" i Tyskland (blanding af genanvendelige materialer). Samme repræsentant anfører, at plasten, der modtages fra tyske sorteringsanlæg, kun i mindre omfang lever op til de tyske standarder for renheden (kaldet DSD), da kun ca. 10-15 % af materialet overholder disse. Renheden af materialet hænger ifølge det oplyste i højere grad hænger sammen med teknologien på det anlæg, der forsorterer plasten, end det hænger sammen med indsamlingsordningerne for plast. De væsentligste problemer er forbundet med fejlsorteringen af plast, herunder uønskede polymerer og papir i fraktionen. Forurening fra organisk materiale betyder mindre i forhold til oparbejdningen. Flere af de andre interviewede anlæg er enige i denne betragtning.

Repræsentanter for andre anlæg udtaler, at plast centralt udsorteret fra restaffald har en mindre renhed (10-15 % flere urenheder) og derfor kræver mere behandling. Et oparbejdningsanlæg for plast peger på, at plast centralt udsorteret fra restaffald i højere grad er forurenet med organisk materiale, hvilket stiller større krav til oparbejdningen.

Flere oparbejdningsanlæg peger på, at plast forurenet med madaffald lugter mere i oparbejdningsprocessen, og at det endelige plastmateriale, til brug for nye produkter, således lugter mere end oparbejdet kildesorteret plast. I en rapport fra Holland fra 2020 (Maaskant-Reilink, U Thoden van Velzen, & Smeding, 2020) konkluderes modsat, at både den oparbejdede plast indsamlet sorteret af husstanden og den oparbejdede plast udsorteret centralt fra restaffald lugter; det er bare forskellige lugte, der kan konstateres ved de to fraktioner af plast.

I en teknisk rapport fra 2013 (van Welzen, Brouwer, Keijsers, Pretz, & Jansen, 2013) ses på to forskellige forsøg, hver omfattende en række kommuner, hvor renheden af plast undersøges afhængig af indsamlingsordningen (Tabel 58). Nedenstående tabel, baseret på denne rapport, viser mængden af urenheder i procent ved eftersortering i forhold til forskellige indsamlingssystemer for plast.

Materiale	Indsamlings- område 1, hvor plast og drikkevarekar- ton indsamles sammen – ma- terialerne blev komprimeret	Indsamlings- område 1, hvor plast og drikkevarekar- ton indsamles sammen – ma- terialerne blev indsamlet løst	Indsamlings- område 2, hvor plast og drikkevarekar- ton indsamles sammen – ma- terialerne blev komprimeret	Indsamlings- område 3, hvor plast ind- samles sær- skilt ved hus- standen
PET flasker < 1 liter	19 %	7 %	10 %	17 +/- 12 %
PET flasker	12 %	16 %	19 %	18 +/- 8 %
Hård PET	6 %	24 %	12 %	7 +/- 4 %
Hård PP	17 %	6 %	5 %	11 +/- 8 %
PE-folie	10 %	5 %	11 %	10 +/- 9 %

Af en artikel fra 2018 om effekten af forskellige indsamlings- og behandlingssystemer for plast (Eriksen, Damgaard, Boldrin, & Astrup, 2018) fremgår, at ved det bedste gennemførte scenarie i undersøgelsen, hvad genanvendelsesprocenten angår - kildesortering ved husstanden af hård og blød plast kombineret med mekanisk eftersortering - vil der kun kunne opnås en genanvendelsesprocent på 42 %. Det skyldes blandt andet, at en stor del af plasten er forurenet med diverse urenheder, og at en stor del udsorteres som mixed plast, der antages ikke efterfølgende at kunne genanvendes. Der skal således være større fokus på renhed i fraktionerne og udsortering til højkvalitetsanvendelse af plast, f.eks. til produktion af fødevareemballage.

Der eksisterer ifølge sorteringsanlæggene et marked for afsætning af mixed plast (Miljøstyrelsen, 2020). Dette er dog, som tidligere nævnt, domineret af anvendelser, der i mindre grad udnytter plastens egenskaber og derfor har dårlige markedspriser.

Kemisk genanvendelse adskiller sig en del fra de øvrige genanvendelsesteknologier. Den klart største forskel ligger, ud over anvendelsesmulighederne for den producerede plast, i tabet. Tabet angives i et procesforløb til at være ca. 40 % efter sortering i polymerer; dette inkluderer de forureninger af ikke-plast, der måtte være i plasten (Miljøstyrelsen, 2020).

Mad- og drikkekarton

I den allerede nævnte tekniske rapport fra 2013 (van Welzen, Brouwer, Keijsers, Pretz, & Jansen, 2013) præsenteres nogle forsøg med renheden af drikkevarekarton i relation til de samme indsamlingsordninger som for plast (Tabel 57). Nedenstående tabel, der baserer sig på resultaterne af disse forsøg, viser mængden af urenheder i drikkevarekartonen i procent ved eftersortering i forhold til de forskellige systemer.

Materiale	Indsamlings- område 1, hvor drikke- varekarton og plast ind- samles sam- men – mate- rialerne blev komprimeret	Indsamlings- område 1, hvor drikke- varekarton og plast ind- samles sam- men – mate- rialerne blev indsamlet løst	Indsamlings- område 2, hvor drikke- varekarton og plast ind- samles sam- men – mate- rialerne blev komprimeret	Indsamlings- område 3, hvor drikke- varekarton indsamles særskilt ved husstanden
Mælkekarton – 1 liter eller større	25 %	28 %	20 %	24 +/- 5 %
Mælkekarton < 1 liter	20 %	45 %	17 %	20 +/- 10 %
Yoghurt kar- ton – 1 liter eller større	30 %	27 %	29 %	50 +/- 10 %
Yoghurt kar- ton < 1 liter	48 %	52 %	32 %	37 +/- 18 %
Juice karton – 1 liter eller større	19 %	23 %	17 %	24 +/-4 %
Juice karton < 1 liter	22 %	24 %	16 %	23 +/- 7 %
Gennemsnit i alt baseret på vægt	23,5 %	26,8	20,4 %	32 +/- 5 %

Ifølge en repræsentant for et sorteringsanlæg for mad- og drikkekarton har det betydning for renheden af det udsorterede materiale, hvor længe det har ligget, inden det forsorteres og oparbejdes (interview). Det gælder i særlig grad, når materialet centralt sorteres fra restaffald, idet der kan være organisk materiale på mad- og drikkekartonen. Der kræves derfor efterfølgende mere avanceret teknologi ved oparbejdningen.

Opsamling

Sammenfattende kan nedenstående punkter fremhæves på baggrund af de gennemgåede kilder og foretagne interviews, hvad angår renhed og mængder:

- Af en række artikler, rapporter og interviews (Luijsterburg & Goossens, 2013), (Engineering, 2019), (Sekretariatet (Odense Renovation A/S), 2020) fremgår, at renheden og kvaliteten af plast, efter forsortering og oparbejdning, er den samme, uanset hvilket indsamlingssystem der er for plast ved husstanden. Til gengæld kan den samlede sorterede og oparbejdede mængde til genanvendelse variere, afhængig af renheden af det materiale der indsamles.
- Af en artikel fra 2018 (Eriksen, Damgaard, Boldrin, & Astrup, 2018) fremgår, at der for at opnå højere genanvendelsesprocent for plast skal være større fokus på renheden i fraktionerne og udsorteringen til højkvalitetsanvendelse af plasten, f.eks. til produktion af fødevareremballage.

- Af en teknisk rapport fra Holland (van Welzen, Brouwer, Keijsers, Pretz, & Jansen, 2013) følger, at en sammenblanding af drikkevarekarton og plast ved husstanden ikke medfører større urenheder af materialerne end ved særskilt indsamling af plast og drikkevarekarton.
- Kemisk genanvendelse af plast har en særlig høj tabsrate i oparbejdningsprocessen (Miljøstyrelsen, 2020). Det skyldes, at plasten ved kemisk oparbejdning i højere grad nedbrydes og genopbygges, hvorved der tabes mere end ved traditionel mekanisk oparbejdning.

4.3 Mangler i vidensgrundlag og begrænsninger

Der er, ikke overraskende, en række mangler i det eksisterende vidensgrundlag og deraf følgende begrænsninger. Nogle af dem fremhæves i det følgende.

Plast

Der eksisterer en del litteratur, artikler, undersøgelser mv. vedrørende plast fra husholdninger. Dog ser det ud til, at fortolkningerne af forsøg og analyser kan være ret forskellige, alt afhængig af hvor i værdikæden den enkelte interessent/aktør befinder sig. Det er derfor vanskeligt præcist at definere, hvad der er objektive outputs.

Flere kilder peger på, at mangler i data om sammensætningen af plast i husholdningsaffaldet gør det svært at fastlægge sorteringskriterierne ved husstanden, blandt andet en artikel fra 2015 (Cimpan, Maul, Jansen, Pretz, & Wenzel, 2015).

Generelt er der modsatrettede oplysninger og opfattelser af, hvilken sammenblanding og ud-sortering af særligt plast der i sidste ende giver den bedste kvalitet og renhed, også set i relation til de forskellige aktørers opfattelse af specielt "kvalitet". Det kan således være vanskeligt at give konkrete svar på problemstillingerne ud fra den tilgængelige litteratur, de interviews, der er gennemført, og de øvrige aktørers bidrag til projektet.

Mad- og drikkekarton

Der eksisterer relativt lidt litteratur om indsamling og oparbejdning af mad- og drikkekarton. Der er heller ikke foretaget ret mange undersøgelser eller analyser af denne fraktion, ligesom særskilt indsamling af mad- og drikkekarton stort set ikke forekommer i dag.

Markedet

Markedet og dermed markedsmekanismerne er meget styrende for, hvad plasten og mad- og drikkekartonen anvendes til efter oparbejdning. Der kan derfor ikke ud fra eksisterende data for oparbejdet plast samt mad- og drikkekarton konkluderes noget om, hvorvidt det potentielt er muligt at anvende materialerne til en højere kvalitet af genanvendelse (altså højere kvalitet end det, det genanvendes til i dag).

Den fremtidige udbredelse af kemisk genanvendelse og dens rolle i markedet er ukendt, hvilket i fremtiden kan ændre en lang række konklusioner.

EU

Det er uafklaret, om EU-reguleringen medfører, at PET fra restaffaldssortering ikke kan genanvendes til fødevareremballager, jf. (EFSA Journal 2011 9(7): 2184, 2011) og (Forordning 282:2008, 2008).

Referencer

- Bigum, M. (2020). *Vidensnotat om konsekvenser ved sammenblanding af fødevarekartoner med plastfraktionen.*
- Brouwer, M. T., u Thoden van Velzen, E., Augustinus, A., Soethoudt, H., De Meester, S., & Ragaert, K. (2017). Predictive model for the Dutch post-consumer plastic packaging recycling system and implications for the circular economy.
- Bundesinstitut für Resikobewertung. (01. 06 2019). XXXVI Paper and board for food contact.
- Cimpan, C., Maul, A., Jansen, M., Pretz, T., & Wenzel, H. (2015). central sorting and recovery of MSW recyclable materials: A review of technological state-of-the-art, cases, practice and implications for materials recycling.
- COWI. (2020). *Afsætningsmuligheder for sammenblandede fraktioner ARGO.*
- Deloitte. (2019). *Sirkulær plastemballasje i Norge - kartlegging av verdikjeden for plastemballasje.*
- EFSA Journal 2011 9(7): 2184, 9(7):2184 (CJEU 2011).
- Engineering, S. L. (2019). *Status for post-sorting (central sorting) in the context of new EU recycling targets.*
- Eriksen, M. K. (2019). Quality and Recyclability of Plastic in Household Waste.
- Eriksen, M. K., & Astrup, T. F. (2019).
- Eriksen, M. K., Damgaard, A., Boldrin, A., & Astrup, T. (2018). Quality assessment and circularity potential of recovery systems for household plastic waste.
- Eriksen, M. K., Pivnenko, K., Faraca, G., Boldrin, A., & Astrup, T. F. (2020). Dynamic Material Flow Analysis of PET, PE, and PP Flows in Europe: Evaluation of the Potential for Circular Economy. *Environmental Science & Technology.*
- Eriksen, M. K., Pivnenko, K., Olsson, M. E., & Astrup, T. F. (2018). Contamination in plastic recycling: Influence of metals on the quality of reprocessed plastic.
- Eriksen, M., Christiansen, J., Daugaard, A., & Astrup, T. (2019). Closing the loop for PET, PE and PP waste from households: Influence of material properties and product design for plastic recycling.
- Faraca, G., & Astrup, T. F. (2019). Plastic from recycling centres: Characterisation and evaluation of plastic recyclability.
- Feil, A., Pretz, T., Jansen, M., & u Thoden van Velzen, E. (2017). Separate collection of plastic waste, better than technical sorting from municipal solid waste?
- Food & Biobase Research Institute, Holland. (2017). *Recycling of beverage cartons in the Netherlands in 2016.*
- Forordning 282:2008, 282 (CJEU 2008).
- Forum for cirkulær plastemballage under Plastindustrien. (2020). *Genbrug og genanvendelse af plastemballager til privat forbrug.*
- Frederiksen, K. Ø. (2017). *ØAS-Oppdatering av tidligere PwC rapport pr. oktober 2017.*
- Frederiksen, K. Ø. (2020). *ProCES Fyn: Sorteringsanlæg i Europa, bidrag til det norske miljødirektorat (fra Bilag I).*
- Frederiksen, K. Ø., & Watnebyrd, O. W. (2018). *Felles ettersorteringsanlegg Sesam Ressurs AS.*
- Hahladakis, J. N., Purnell, P., Velis, E. I., & Atseyinku, M. (2018). *Post-consumer plastic packaging waste in England: Assessing the yield of multiple collection-recycling.*
- Herlufsen, K. (2020). Nu skal mælkekartonen ikke længere gå op i røg. *Samvirke*, 20-30.
- IVAR. (2015). *Block Diagram, mass balance: Waste Sorting Plant IVAR, Norway.*
- IVAR. (2019). *Purities of sorted output categories, IVAR Waste Sorting PLant at Forus.*
- IVAR. (2020). Hvor havner plasten fra ESA?

- Jakobsen, V. K.-J. (2020). *Afrapportering - Plastinnovationspartnerskab i projekt cirkulær innovation i partnerskaber*. Nordjylland: Vækstforum Nordjylland.
- Joint Research Center. (2020). *Analysis of Drivers Impacting Recycling*.
- Joint Research Centre. (2020). *Quality of recycling: Towards an operational definition*. Circular Economy and Industrial Leadership Unit, Joint Research Centre. Sevilla: European Commission.
- Københavns kommune. (2020 unpublished). *Three collection schemes and waste analysis*. København: Cities cooperating FOR Circular Economy (FORCE).
- Luijsterburg, B., & Goossens, H. (2013). Assessment of plastic packaging waste: Material origin, methods, properties.
- Meissner, R. (2020). *Automatisk utsortering av husholdningsplast*.
- Meissner, R. (2020). *Hvilkekonsekvenser kan ettersorteringsanlegg få for forbrenningsanleggenepå kort og lang sikt?*
- Miljødirektoratet. (2020). *Central sorting of waste in Norway*.
- Miljøstyrelsen. (2019). *Analyse af ettersortering af restaffald: Udsortering af plast og metal fra restaffald*.
- Miljøstyrelsen. (2019). *Analyse af kildeopdelt metal, glas og plastik*.
- Miljøstyrelsen. (2019). *På vej mod øget genanvendelse af husholdningsaffald (livscyklusvurdering og samfundsøkonomisk konsekvensvurdering)*.
- Miljøstyrelsen. (2019). *Sorteringskriteriers betydning for kvalitet og genanvendelse*.
- Miljøstyrelsen. (2020). *Flexisort*.
- Miljøstyrelsen. (2020). *Markeder og potentialer for dansk plastgenanvendelse*.
- Maaskant-Reilink, E., U Thoden van Velzen, E., & Smeding, I. (2020). *Moleculaire verontreiniging in gerecyclede kunststoffolie uit bron- en nascheiding*.
- Pivnenko, K. E., Martin-Fernández, M., & Astrup, T. (2017). Recycling of waste: Screening for brominated flame retardants (BFRs).
- Pivnenko, K., Eriksen, M., Martin-Fernández, J., & Astrup, T. (2017). Recycling of plastic waste: Presence of phthalates in plastics from households and industry.
- PwC. (2016). *Felles ettersortering av husholdnings avfall*.
- Scholefield, S., French, W., & Cook, E. (2017). *Collection of food and drink cartons at the kerbside*.
- Sekretariatet (Odense Renovation A/S). (2020). *ProCES Fyn: Genberegning af øget omkostning og genanvendelse ved hhv. kildesortering og central restaffaldssortering (fra Bilag G)*.
- Sekretariatet (Odense Renovation A/S). (2020). *ProCES Fyn: Investerings- og driftsomkostninger for et ettersorteringsanlæg på Odense Nord Miljøcenter*.
- Sekretariatet (Odense Renovation A/S). (2020). *ProCES Fyn: Motivation for at arbejde med central ettersortering - uden kildesortering af plast ved hver hustand (fra Bilag I)*.
- Sekretariatet (Odense Renovation A/S). (2020). *ProCES Fyn: Problematikken omkring genanvendelse af plast (fra Bilag I)*.
- Sekretariatet (Odense Renovation A/S). (2020). *ProCES Fyn: Risikoanalyse: Identifikation og vurdering af risici (fra Bilag H)*.
- Sekretariatet (Odense Renovation A/S). (2020). *ProCES Fyn: Sammenligning af anlægspriser (fra Bilag G)*.
- Sekretariatet (Odense Renovation A/S). (2020). *ProCES Fyn: Sekretariatets input vedr. mængder og sammensætning til skitseprojekt v. Mepex (fra Bilag F)*.
- Sekretariatet (Odense Renovation A/S); Mepex Consult A/S. (2020). *ProCES Fyn: DOokumentation af kvalitet og udbyttet af sorteret plast henholdsvis udsorteret fra tørt restaffald og kildesorteret (fra Bilag I)*.
- Styregruppen (ProCES-Fyn). (2020). *ProCES-Fyn: Afrapportering af forprojektet Central Eftersortering på Fyn*.
- Susanna Andreasi Bassi, A. B. (2020). *Resources, Conservation & Recycling*.

- Susanna Andreasi Bassi, A. B. (2020). Extended producer responsibility: How to unlock the environmental and economic potential of plastic waste packaging? *Resources, Conservation & Recycling*.
- van Egen, E., Laner, D., & Fellner, J. (2017). Circular economy of plastic packaging: Current practice and perspectives in Austria .
- van Welzen, E. T., Brouwer, M., Keijsers, E., Pretz, A. F., & Jansen, M. (2013). *Pilot Beverage Count*.
- Wala Watnebryn, O., Juel, T. C., & Frederiksen, K. Ø. (2020). *ProCES-Fyn Projektrapport: Fælles eftersorteringsanlæg for Fyn (fra Bilag F)*.

Bilag 1. Anvendt metode

Dette bilag præsenterer den anvendte metode mere detaljeret, end tilfældet er i rapportens Kapitel 3.

Strukturen er som følger:

- B1.1 Litteratursøgning
- B1.2 Interviews
- B1.3 Workshop
- B1.4 Barrierer

I forbindelse med præsentation fremhæves metodens begrænsninger og også de barrierer, vi er stødt på i forbindelse med anvendelsen af den valgte metode. Barriererne fremhæves i det sidste Afsnit B1.4.

B1.1 Litteratursøgning

I Fase 1 af projektet (dataindsamlingen) er en række aktører og interessenter inden for håndtering af plast og mad- og drikkekarton kontaktet med henblik på at få input til vidensindsamlingen. Inputtet har dels været i form af oplysninger om personer, virksomheder, institutioner mv., der er relevante at tage kontakt til for information og viden, dels henvisninger til artikler, publikation og rapporter, som omhandler udsortering af plast og mad- og drikkekarton. Derudover er der foretaget søgninger i videnskabelige databaser (Google Scholar, Scopus og Web of Science).

Artikler mv. fra tredje verdens lande er sorteret fra, da det er vurderet, at de ikke kan anvendes i en dansk kontekst. Som udgangspunkt er det kun litteratur fra 2015 og fremefter, der er medtaget. Dog er enkelte artikler og rapporter fra før 2015 inkluderet, idet de anses for fortsat at være relevante. Særligt er en hollandsk teknisk rapport fra 2013 anvendt, da denne omhandler mad- og drikkekarton.

I Bilag 2 er alle fundne publikationer angivet med en kort beskrivelse af indholdet og relevansen af kilden.

Kilderne er grupperet efter følgende tre kategorier:

- Litteratur, der har gennemgået en peer review
- Diverse rapporter og notater (udarbejdet af konsulenter, styrelser og andre)
- Reguleringsdokumenter (direktiver, afgørelser m.m.).

Kilder, der er peer reviewed, anses for at være videnskabeligt anerkendte, samtidig med at disse ofte baserer sig på faktisk udførte forsøg eller analyser. Data i denne kategori defineres derfor som værende valide. Diverse rapporter og notater udarbejdet af konsulenter, styrelser og andre er ikke peer reviewed og baserer sig ofte på data fra andre kilder. Alt afhængig af de anvendte kilder i disse rapporter og notater, må de anses for at indeholde valide data. Ikke desto mindre bør data i denne kategori anvendes med forsigtighed. Reguleringsdokumenter indeholder og er faktuelle data, der udstikker lovgivningsmæssige rammer.

Nedenfor er anført de brancheorganisationer, institutioner, myndigheder mv., der har været kontaktet i forbindelse med vidensindsamlingen. De fleste vendte tilbage med input til kontakter og litteratur af relevans for projektet.

Brancheorganisationer og myndigheder:

Affalds- og ressourceindustrien (ARI) - DI
DAKOFA
Dansk Affaldsforening (DAF)
Kommunernes Landsforening (KL)
Maaskant-Reilink
Miljødirektoratet i Norge
Plastindustrien
ProCES-sekretariatet (Odense Renovation).

Forsknings- og uddannelsesinstitutioner:

Aalborg Universitet (AAU)
Danmarks Tekniske Universitet (DTU)
Norges Tekniske Universitet (NTNU)
Syddansk Universitet (SDU).

Kommuner og affaldsselskaber:

Amager Ressourcecenter (ARC)
Odense Renovation
Københavns Kommune.

B1.2 Interviews

Som supplement til dataindsamlingen fra eksisterende litteratur og publikationer mv. er der foretaget i alt 21 interviews med repræsentanter for anlæg og øvrige aktører. Formålet var at indhente viden fra den praktiske gennemførelse af forsoring og oparbejdning af plast og mad- og drikkekartoner i forhold til kvalitet og genanvendelse. De interviewede anlæg håndterer alle plast og/eller mad- og drikkekarton, der er centralt sorteret fra restaffald eller modtages som særskilte eller sammensatte genanvendelige fraktioner.

Det er valgt kun at interviewe repræsentanter for anlæg lokaliseret i den nordlige del af Europa (Norge, Sverige, Holland, Tyskland og Danmark), da flere praktiske og lokale forhold er ens blandt disse lande (f.eks. klima, affaldssammensætning og demografi).

En oversigt over de foretagne interviews personer er indeholdt i Bilag 3.

Validiteten af data indhentet fra interviews med repræsentanter for udvalgte anlæg afhænger selvagt af, hvor solide de er, herunder om de baserer sig på litteratur, der har gennemgået en peer review eller ej. Samtidig skal man være opmærksom på, at alle anlæg har en interesse i at fremstå som "gode anlæg".

Der er dog intet, der tyder på, at de oplyste data vedrørende driften af de enkelte anlæg ikke er korrekte. Det kan i øvrigt konstateres, at de generelle problemstillinger og observationer, fremhævet i de foretagne interviews, i stort omfang er de samme for de enkelte anlægstyper.

De interviewede anlæg er opdelt på henholdsvis anlæg, der forsorcerer plast og/eller mad- og drikkekartoner, og anlæg, der oparbejder materialerne efterfølgende. Da processen og håndteringen er forskellig for de to anlægstyper, er der udarbejdet to forskellige spørgeguides til brug for interviews. Derudover er der foretaget interviews med tre producenter af henholdsvis plast samt mad- og drikkekarton for at indsamle deres viden og holdning til central sortering af materialerne fra restaffaldet contra en særskilt eller kombineret indsamling ved kilden.

Spørgsmålene er udformet således, at der opnås viden om mængder, modtagekrav, kvalitet, renhed, sorterings- og oparbejdningsprocessen, det efterfølgende produkt og aftagere af materialet.

Spørgeguides for anlæggene er vedlagt som Bilag 4.

Interviews med alle anlæg og øvrige aktører er gennemført i november 2020.

Der har som minimum været to interviewere til stede ved hvert interview for at sikre, at alle relevante spørgsmål blev stillet, og at data og informationer blev noteret. I tilfælde af usikkerheder omkring oplyste tal mv. er anlæggene efterfølgende blevet kontaktet for at verificere data.

Der er i alt gennemført 21 interviews.

B1.3 Workshop

Allerede i forbindelse med interviewene blev det oplyst, at en workshop ville blive afholdt inden for rammerne af projektet med det formål at trykprøve et udkast til nærværende rapport. Herudover blev repræsentanter for de mest relevante branche- og interesseorganisationer inviteret, ligesom forskere ved tre universiteter (Danmarks Teknologiske Universitet, Norges Teknisk-Naturvidenskabelige Universitet og Syddansk Universitet) blev kontaktet for at høre, om de ville deltage i workshoppen og på den måde holde et kort indlæg om deres syn på udkastet til rapport. Der var stor interesse.

I ugerne op til workshoppen blev yderligere små 10 personer inviteret til at deltage i workshoppen på opfordring af nogle af de allerede inviterede.

Workshoppen, der blev afholdt d. 15. december 2020 og havde en varighed af to timer, talte i alt 36 deltagere.

Alle deltagere fik tilsendt udkast til nærværende rapport forud for workshoppen, så de havde mulighed for at sætte sig ind i rapporten på forhånd.

Bilag 5 indeholder et notat udsendt til alle deltagere i workshoppen efter dens afholdelse. Det indeholder blandt andet en oversigt over deltagere og anvendte slides.

B1.4 Procesforløb og barrierer

Som led i dataindsamlingen i Fase 1 er der fundet en lang række artikler, rapporter mv., der i større eller mindre grad er relevante for problemstillingen. Alle dokumenter er overordnet blevet gennemgået på en sådan måde, at kilder, der er peer reviewed, i stort omfang er blevet gennemlæst, mens øvrige rapporter og notater er blevet gennemgået mere overordnet. I første omgang er abstracts og konklusioner blevet gennemlæst, derefter er dokumenterne blevet gennemgået for relevante tabeller og tal, og endelig er de mest interessante kilder blevet nærlæst.

Den beskrevne gennemgang er valgt, så det var muligt, inden for den givne tidsramme og det givne ressourceforbrug, at nå alle kilderne igennem.

Eksisterende litteratur vedrørende indsamling, sortering og oparbejdning af mad- og drikkekartoner er begrænset. Det har i langt højere grad været muligt at finde information om indsamling, sortering og oparbejdning af plast.

Ligeledes har det ikke været muligt at finde data om mad- og drikkekarton indsamlet særskilt ved husstanden, idet denne type indsamling ikke eksisterer i dag.

I forbindelse med planlægningen og gennemførelsen af interviewene har der været fokus på at opnå interviews med så mange forskellige anlægstyper som muligt, så alle trin i værdikæden var repræsenteret. Det har betydet, at der inden for visse trin i værdikæden er blevet gennemført færre interviews, end tilfældet ellers ville have været (det gælder f.eks. oparbejdningsanlæg for mad- og drikkekarton).

Interviews med anlæg i Tyskland og Holland er blevet gennemført på engelsk.

På grund af den forholdsvis korte tidsplan har det ikke været muligt at få alle data fra de interviewede verificeret ved udsendelse af referater og efterfølgende indhentning af bemærkninger fra de interviewede.

Bilag 2. Eksisterende litteratur, Oversigt

I dette bilag foretages en opstilling af den relevante litteratur mv., der er indsamlet i forbindelse med litteratursøgningen. Alle publikationer angives nedenfor med årstal, forfatter, publikationstype og en meget kort beskrivelse af indholdet og relevansen af kilden.

Formålet er at skabe et overblik over litteraturen og de emner, den omhandler i forhold til emnefeltet "kvaliteten af plast og mad- og drikkekarton udsorteret fra restaffald og særskilt kildesorteret fraktion ved husstanden".

Oversigten er opdelt i tre kategorier:

- Litteratur, der har gennemgået en peer review
- Diverse rapporter og notater (udarbejdet af konsulenter, styrelser og andre)
- Reguleringsdokumenter (direktiver, afgørelser m.m.).
- I forbindelse med søgninger i videnskabelige databaser/artikler er der søgt på følgende søgeord:
 - Beverage carton
 - Liquid food carton
 - Recycling
 - Tetrapak
 - Aseptic carton
 - Plastic recycling
 - Composite material recycling
 - Household plastic
 - Plastic recycling quality.

Litteratur, der har gennemgået en peer review:

Titel: Dynamic Material Flow Analysis of PET, PE and PP Flows in Europe: Evaluation of the Potential for Circular Economy

Årstal: 2020

Publikation: Artikel i Environmental Science & Technology

Forfattere: Marie Kampmann Eriksen, Kostyantyn Pivnenko, Giorgia Faraca, Alessio Boldrin og Thomas Fruergaard Astrup

Kort om indhold: Er ikke relevant i forhold til projektet, da den primært omhandler udviklingen i efterspørgslen af plast, og hvor stor en andel genanvendt plast kan dække af behovet for plast i ny produktion.

Titel: Extended producer responsibility: How to unlock the environmental and economic potential of plastic packaging waste?

Årstal: 2020

Publikation: Artikel i Resources, Conservation & Recycling

Forfattere: Susanna Andreasi, Alessio Boldrin, Giorgia Faraca og Thomas F. Astrup

Kort om indhold: Er relevant i forhold til projektet, da den fokuserer på genanvendelsen af plast i forhold til kvaliteten indsamlet ved husstanden og den kvalitet der produceres på oparbejdningsskemaet i forhold til hvad der økonomisk kan betale sig. Er anvendt i projektet.

Titel: Characterisation of source separated rigid plastic waste and evaluation of recycling initiatives: Effects of product design and source separation system

Årstal: 2019

Publikation: Artikel i Waste Management

Forfattere: M. K. Eriksen, T. F. Astrup

Kort om indhold: Er relevant i forhold til, at artiklen ser på sammensætningen af plast, der ud-sorteres ved danske husstande og hvilke plasttyper, der nemmest kan genanvendes til høj-kvalitetsprodukter efterfølgende afhængig af hvordan, der sorteres ved husstanden. Er anvendt i projektet.

Titel: Plastic from recycling centres: Characterisation and evaluation of plastic recyclability

Årstal: 2019

Publikation: Artikel i Waste Management

Forfattere: G. Faraca, T. F. Astrup

Kort om indhold: Er ikke umiddelbart relevant da artiklen omhandler sammensætningen af plast indsamlet på tre danske genbrugspladser.

Titel: Closing the loop for PET, PE and PP waste from households: Influence of material properties and product design for plastic recycling

Årstal: 2019

Publikation: Artikel i Waste Management

Forfattere: M.K. Eriksen, J.D. Christiansen, A.E. Daugaard, T.F. Astrup

Kort om indhold: Analyserer termisk nedbrydning, bearbejdelse og mekaniske egenskaber for en række genbehandlede PET-, PE- og PP-prøver fra kildesorteret plast fra husholdningsaffald og evaluerer potentialet for et lukket kredsløb. Er ikke umiddelbart relevant, da den primært fokuserer på produkter af plast.

Titel: Combustible waste collected at Danish recycling centres: Characterisation, recycling potentials and contribution to environmental savings

Årstal: 2019

Publikation: Artikel i Waste Management

Forfattere: Giorgia Faraca, Vincent M. Edjabou, Alessio Boldrin, Thomas Astrup

Kort om indhold: Er ikke relevant for projektet da artiklen handler om genanvendelsespotentialet i småt brændbart affald på genbrugspladserne.

Titel: Environmental life cycle cost assessment: Recycling of hard plastic waste collected at Danish recycling centres

Årstal: 2018

Publikation: Artikel i Resources, Conservation & Recycling

Forfattere: Giorgia Faraca, Veronica Martinez-Sanchez, Thomas F. Astrup

Kort om indhold: Er ikke relevant i forhold til projektet da den fokuserer på de økonomiske og miljømæssige konsekvenser af oparbejdning af hård plast indsamlet på genbrugspladser.

Titel: Quality assessment and circularity potential of recovery systems for household plastic waste

Årstal: 2018

Publikation: Artikel i Journal of Industrial Ecology

Forfattere: Marie Kampmann Eriksen, Anders Damgaard, Alessio Boldrin, Thomas Astrup

Kort om indhold: Er relevant da den indeholder en gennemgang og beregning af forskellige scenarier for genanvendelse af plast i forhold til mængde og kvalitet afhængig af indsamlings- og sorteringsmetode (kildesortering og central sortering). Er anvendt i projektet.

Titel: Contamination in plastic recycling: Influence of metals on the quality of reprocessed plastic

Årstal: 2018

Publikation: Artikel i Waste Management

Forfattere: M. K. Eriksen, K. Pivnenko, M.E. Olsson, T. F. Astrup

Kort om indhold: Er ikke umiddelbart relevant da den primært går på forurening af plast fra metalkomponenter i relation til husholdningsplast og plast fra industrien.

Titel: Predictive model for the Dutch post-consumer plastic packaging recycling system and implications for the circular economy

Årstal: 2017

Publikation: Artikel i Waste Management

Forfattere: Marieke T. Brouwer, Eggo u: Thoden Van Velzen, Antje Augustinus, Han Soethoudt, Steven De Meester, Kim Ragaert

Kort om indhold: Er relevant da den har fokus på plastmaterialestrømme i forhold til hvor meget der er forurenet og hvordan sammensætningen af plast er. Der er udarbejdet en model der kan regne på udkommet af genanvendelse af forskellige plasttyper. Er anvendt i projektet.

Titel: Separate collection of plastic waste, better than technical sorting from municipal solid waste?

Årstal: 2017

Publikation: Artikel i Waste Management & Research

Forfattere: Alexander Feil, Thomas Pretz, Michael Jansen, Eggo U Thoden van Velzen

Kort om indhold: Evaluerer på tekniske og økonomiske parametre kvaliteten af plast udsorteret fra MBT (Mechanical Biological Treatment) anlæg og kildesorteringssystemer. Konklusionen er at en ensartet kvalitet kan opnås. Er ikke anvendt i projektet da data primært er omkring økonomi.

Titel: Recycling of plastic waste: Presence of phthalates in plastics from households and industry

Årstal: 2017

Publikation: Artikel i Waste Management

Forfattere: Pivnenko, Kostyantyn; Granby, Kit; Eriksson, Eva; Astrup, Thomas Fruergaard

Kort om indhold: Indeholder en kvantificering af LMW phthalater i prøver af husholdningsaffaldsplast samt genanvendt og jomfrueligt plast, og evaluerer derved om kilden (dvs. affald, genanvendt eller ny plast) har en signifikant indflydelse på phthalatindholdet. Er ikke umiddelbart vurderet relevant da det i høj grad er en teknisk tilgang til plast.

Titel: Recycling of plastic waste: Screening for brominated flame retardants (BFRs)

Årstal: 2017

Publikation: Artikel i Waste Management

Forfattere: Pivnenko, K., Eriksen, M.K., Martín-Fernández, J.A., Astrup, T.F.

Kort om indhold: Indeholder en undersøgelse af tilstedeværelsen af BFR'er i husholdningsaffaldsplast samt ubrugt og genanvendt plast indsamlet fra industrien. Derudover bliver der diskuteret i hvilket omfang tilstedeværelsen påvirker kvaliteten af affaldsplast som sekundær ressource. Er meget teknisk orienteret i forhold til bestemte stoffer, og relaterer sig ikke umiddelbart til forskellige indsamlingssystemer. Er ikke anvendt i projektet.

Titel: Circular economy of plastic packaging: Current practice and perspectives in Austria

Årstal: 2017

Publikation: Artikel i Waste Management

Forfattere: Emile Van Eygen, David Laner, Johann Fellner

Kort om indhold: Kvantitativ og kvalitativ undersøgelse af affaldshåndteringssystemet for plastemballage i Østrig med hensyn til polymerindhold og produkttyper. Baseret på resultaterne beregnes indikatorer for systemets ydeevne og de sammenlignes med nuværende og fremtidige politiske mål. Derudover identificeres potentialet for forbedringer i hele systemet. Er ikke anvendt i projektet da data og resultater primært fokuserer på de enkelte plasttyper og ikke på indsamlings- og sorteringssystemer.

Titel: Let's Be Clear(er) about Substitution. A Reporting Framework to Account for Product Displacement in Life Cycle Assessment

Årstal: 2016

Publikation: Artikel i Research and Analysis

Forfattere: Carl Vadenbo, Stefanie Hellweg og Thomas Fruergaard Astrup

Kort om indhold: Er ikke relevant i forhold til projektet da den primært omhandler livscyklus-analyser i forhold til forskellige produkter, ikke kun plast. Kilderne, der henvises til i artiklen, er fra før 2015.

Titel: The challenge of chemicals in material lifecycles

Årstal: 2016

Publikation: Artikel i Waste Management

Forfatter: Elsevier Ltd.

Kort om indhold: Er ikke relevant i forhold til projektet da den primært omhandler kemiske stoffer i produkter og deres efterfølgende livscyklus.

Titel: Central sorting and recovery of MSW recyclable materials: A review of technological state-of-the-art, cases, practice and implications for materials recycling

Årstal: 2015

Publikation: Artikel i Journal of Environmental Management

Forfattere: Ciprian Cimpan, Anja Maul, Michael Jansen, Thomas Pretz, Henrik Wenzel

Kort om indhold: Er relevant da den gennemgår videnskabelig litteratur, casestudier og resultater fra pilotprojekter om emnet central sortering af genanvendelige materialer fra husholdningsaffald. Er anvendt i projektet.

Titel: Assessment of plastic packaging waste: Material origin, methods, properties

Årstal: 2013

Publikation: Artikel i Resources, Conservation and Recycling

Forfattere: Benny Luijsterburg, Han Goossens

Kort om indhold: Dokumenterer sammensætningen, egenskaberne og kvaliteten for oparbejdet plast (polyolefiner), der stammer fra både kildesorteret og mekanisk sorteret husholdningsaffald i Holland.

Diverse rapporter og notater:

Titel: Hvilke konsekvenser kan ettersorteringsanlegg få for forbrenningsanleggen på kort og lang sikt?

Årstal: 2020

Publikation: Powerpoint præsentation.

Forfatter: Rudolf Meissner

Kort om indhold: Power Point vedrørende anlægget IVAR, der udsorterer plast og mad- og drikkekarton fra restaffald. Omhandler anlæggets funktioner, input og output samt effektivitet. Er anvendt i projektet.

Titel: Three collection schemes and waste analysis

Årstal: 2020

Publikation: Rapport

Forfattere: Jonas Åbo Mortensen og Luise Raussen

Kort om indhold: Beskriver resultatet af gennemførte forsøg med plast fra Københavns Kommune. Renheden af plast er undersøgt for plast indsamlet særskilt ved husstanden og plast udsortet centralt fra restaffald. Er relevant og er anvendt i projektet.

Titel: Automatisk udsortering og gjenvinning av husholdningsplast

Årstal: 2020

Publikation: Powerpoint præsentation.

Forfatter: Rudolf Meissner

Kort om indhold: PowerPoint med argumenter for hvorfor der skal investeres i et sorteringsanlæg for restaffald. Heriblandt visualisering af NIR-teknologien samt gennemgang af sorteringsanlæggets forskellige funktioner. Er ikke anvendt i projektet da data er dækket ved brug af andre kilder.

Titel: Central sorting of waste in Norway

Årstal: 2020

Publikation: Notat

Forfatter: Miljødirektoratet i Norge

Kort om indhold: Beskrivelse af hvorfor der sorteres plast fra restaffald i Norge, samt tal for mængder og kvalitet, der opnås på anlæggene ROAR og IVAR. Notatet er relevant og er anvendt i projektet.

Titel: Moleculaire verontreiniging in gerecyclede kunststoffolie uit bron- en nascheiding

Årstal: 2020

Publikation: Rapport

Forfattere: E. Maaskant-Reilink, E.U. Thoden van Velzen, I.W. Smeding

Kort om indhold: Undersøger den molekylære forurening af husholdningsemballageaffald (produktfolie (DKR2 310)) fra både kildesorteret og central sorteret affald for forskellige oparbejdningsmetoder. Er anvendt i projektet, men kun ved resumedelen, da rapporten er skrevet på hollandsk.

Titel: Markeder og potentialer for dansk plastgenanvendelse

Årstal: 2020

Publikation: Rapport

Forfatter: Miljøstyrelsen

Kort om indhold: Indeholder en kortlægning og beskrivelse af de mest anvendte teknologiske koncepter for plasticsorteringen. Desuden fremhæves begrænsninger i kvalitet og anvendelsesmuligheder for forskellige plastpolymerer og granulater. Er relevant og er anvendt i projektet.

Titel: Afsætningsmuligheder for sammenblandede fraktioner ARGO

Årstal: 2020

Publikation: Rapport

Forfatter: COWI

Kort om indhold: Indeholder en undersøgelse for ARGO af markedet for afsætning af tre blandede affaldsfraktioner; Plast/Metal, Glas/Metal og Papir/Pap i Danmark og nabolandene. Er anvendt i projektet i forhold til at sorterings- og oparbejdningsanlæg tidligere har været interviewet.

Titel: Afrapportering – Plastinnovationspartnerskab i projekt cirkulær innovation i partnerskaber

Årstal: 2020

Publikation: Rapport

Forfatter: Vesthimmerland Kommune – Jannie Valentin Dexter Jakobsen

Kort om indhold: Er en statusrapport for forsøg med indsamling og genanvendelse af plastfolie fra husholdninger. Plastfolien oparbejdes af Genplast og indgår i en lokal produktion af kantpæleplader. Rapporten indgår i projektet.

Titel: ProCES-Fyn: Afrapportering af Forprojekt Central Eftersortering på Fyn

Årstal: 2020

Publikation: Notat

Forfatter: Styregruppen (ProCES-Fyn)

Kort om indhold: Indeholder en afrapportering af projektet for central eftersortering på Fyn (ProCES-Fyn) og kommer ind på de væsentligste grunde til at satse på et fælles sorteringsanlæg, hvad anlægget kan, den optimale placering af anlægget og tidshorisonten. Nærmere info vedrørende hvert punkt findes i rapportens bilag (se diverse notater). Rapporten er relevant og er anvendt i projektet.

Titel: ProCES-Fyn Projektrapport: Felles eftersorteringsanlegg for Fyn (fra Bilag F)

Årstal: 2020

Publikation: Rapport

Forfattere: Oda Wala Watnebryn, Thomas Chr. Juel, Kjell Ø. Fredriksen (Mepex Consult AS)

Kort om indhold: Indeholder et skitseprojekt af Mepex Consult AS til Odense Renovation AS vedrørende projektet for central eftersortering på Fyn (ProCES-Fyn). ProCES-Fyn går ud på at opføre et centralt sorteringsanlæg til restaffald fra husholdninger i 10 fynske kommuner, baseret på de norske anlæg ROAF og IVAR. Anlægget skal kunne sortere plast, blandet papir, karton og drikkevarekartoner (tetra) samt metaller (både magnetiske og ikke-magnetiske). Er anvendt i projektet som en del af hovedrapporten.

Titel: ProCES-Fyn: Sekretariatets input vedr. mængder og sammensætning til skitseprojekt v. Mepex (fra Bilag F)

Årstal: 2020

Publikation: Notat

Forfatter: Sekretariatet, Odense Renovation A/S

Kort om indhold: Indeholder en beskrivelse mængderne af affald og dets sammensætning. Data blev brugt til gennemførelse af skitseprojektet. Er en del af hovedrapporten.

Titel: ProCES-Fyn: Investerings- og driftsomkostninger for et eftersorteringsanlæg på Odense Nord Miljøcenter (ONM) (fra Bilag F)

Årstal: 2020

Publikation: Notat

Forfatter: Sekretariatet, Odense Renovation A/S

Kort om indhold: Indeholder en redegørelse over hvilke ændringer, der skal indarbejdes i MEPEX' afrapportering "Felles eftersorteringsanlegg for FYN", for så vidt angår investerings- og driftsomkostninger. Er en del af hovedrapporten.

Titel: ProCES-Fyn: Genberegning af øget omkostning og genanvendelse ved hhv. kildesortering og central restaffaldssortering (fra Bilag G)

Årstal: 2020

Publikation: Notat

Forfatter: Sekretariatet, Odense Renovation A/S

Kort om indhold: Indeholder en overslagsmæssig genberegning af økonomi og forventet stigning i genanvendelsesprocent for MEPEX' afrapportering "Felles eftersorteringsanlegg for FYN", hvor der er zoomet ind på den effekt, der er ved centralsortering sammenlignet med kildesortering. Er en del af hovedrapporten.

Titel: ProCES-Fyn: Sammenligning af anlægspriser (fra Bilag G)

Årstal: 2020

Publikation: Notat

Forfatter: Sekretariatet, Odense Renovation A/S

Kort om indhold: Indeholder en opsamling på de forudsatte anlægsinvesteringer, og kommentarer til den afvigelse, der ses i de forskellige faser af det samlede projektforløb ifm. MEPEX' afrapportering "Felles eftersorteringsanlegg for FYN". Er en del af hovedrapporten.

Titel: ProCES-Fyn: Risikoanalyse: Identifikation og vurdering af risici (fra Bilag H)

Årstal: 2020

Publikation: Notat

Forfatter: Sekretariatet, Odense Renovation A/S

Kort om indhold: Indeholder en skitsering af processen og metoden for den risikoanalyse, der blev foretaget i forbindelse med forprojektet for centralt eftersorteringsanlæg, samt de identificerede risici, inklusive en vurdering. Er en del af hovedrapporten.

Titel: ProCES-Fyn: Problematikker omkring genanvendelse af plast (fra Bilag I)

Årstal: 2020

Publikation: Notat

Forfatter: Sekretariatet, Odense Renovation A/S

Kort om indhold: Indeholder en bearbejdning af de problematikker, der er omkring genanvendelse af plast, i forbindelse med udarbejdelse af strategien for plsthåndtering i ProCES-Fyn. Er en del af hovedrapporten.

Titel: ProCES-Fyn: Motivation for at arbejde med central eftersortering – uden kildesortering af plast ved hver husstand (fra Bilag I)

Årstal: 2020

Publikation: Notat

Forfatter: Sekretariatet, Odense Renovation A/S

Kort om indhold: Indeholder en beskrivelse af fordelene ved central eftersortering med særlig fokus på plast, dvs. som alternativ til etablering af borgernær kildesortering af plast. Er en del af hovedrapporten.

Titel: ProCES-Fyn: Dokumentation af kvalitet og udbytter af sorteret plast henholdsvis udsorteret fra tørt restaffald og kildesorteret (fra Bilag I)

Årstal: 2020

Publikation: Notat

Forfattere: Sekretariatet, Odense Renovation A/S; Mepex Consult AS

Kort om indhold: Indeholder en dokumentering af, hvoror automatisk efterbehandling af tørt restaffald vil give særdeles rene plastmaterialer, der genererer signifikant større plastmængder til genanvendelse end ved kildesortering. Er en del af hovedrapporten.

Titel: ProCES-Fyn: Soteringsanlegg i Europa, bidrag til det norske miljødirektorat (fra Bilag I)

Årstal: 2020

Publikation: Notat

Forfatter: Kjell Ø. Fredriksen (Mepex Consult AS)

Kort om indhold: Indeholder en simpel vurdering af status for central sortering af restaffald i Norge, Sverige, Danmark, Holland, Polen og Spanien. Er en del af hovedrapporten.

Titel: Vidensnotat om konsekvenser ved sammenblanding af fødevarekartoner med plastfraktionen

Årstal: 2020

Publikation: Notat

Forfatter: Marianne Bigum, Rambøll

Kort om indhold: Studier relateret til sammenblanding af mad- og drikkekarton og plast ved indsamlingen samt en opsummering af konsekvenserne baseret på forfatterens faglige vurdering. Notatet baserer sig på kilder, som også er omfattet af denne kildeliste, og notatet er derfor ikke anvendt i projektet.

Titel: Hvor havner plasten fra ESA?

Årstal: 2020

Publikation: Notat

Forfatter: IVAR

Kort om indhold: Tabel for output af eftersorteringsanlægget i Forus, samt redegørelse for hvor plasten havner henne. Er anvendt i projektet.

Titel: Quality of recycling: Towards an operational definition

Årstal: 2020

Publikation: Teknisk rapport

Forfatter: Joint Research Center (JRC)

Kort om indhold: Præsenterer en definition af "oparbejdningskvalitet" fra et operationelt perspektiv. Formålet med en sådan definition, er at kunne beskrive graden af denne kvalitet (om der er tale om en oparbejdning af høj eller lav kvalitet.

Titel: Analysis of Drivers Impacting Recycling Quality

Årstal: 2020

Publikation: Teknisk rapport

Forfatter: Joint Research Center (JRC)

Kort om indhold: Analyserer hvilke drivere og hvilke parametre der afgør kvaliteten som emballager genanvendes til.

Titel: Dynamic Material Flow Analysis of PET, PE, and PP Flows in Europe: Evaluation of the Potential for Circular Economy

Årstal: 2020

Publikation: Teknisk rapport

Forfattere: Marie Kampmann Eriksen, Kostyantyn Pivnenko, Giorgia Faraca, Alessio Boldrin, and Thomas Fruergaard Astrup

Kort om indhold: Evaluerer den potentielle cirkularitet af PET-, PP- og PE-strømme i Europa.

Titel: Three collection schemes and waste analysis. København: Cities cooperating FOR Circular Economy (FORCE)

Årstal: 2020

Publikation: Teknisk rapport

Forfattere: Jonas Åbo Mortensen, Luise Raussen

Kort om indhold: En analyse af fire forskellige sorteringssystemer af blød plast i Københavns Kommune.

Titel: Genbrug og genanvendelse af plastemballager til privat forbrug

Årstal: 2019

Publikation: Notat

Forfatter: Forum for cirkulær plastemballage under Plastindustrien

Kort om indhold: Indeholder en designmanual om hvordan cirkulære plastemballager til privat forbrug bør designes. Er ikke vurderet relevant for projektet, da det går udover de tre trin i processen som er omfattet af opgaven.

Titel: Analyse af kildeopdelt metal, glas og plastik

Årstal: 2019

Publikation: Rapport

Forfatter: Miljøstyrelsen

Kort om indhold: Indeholder en analyse af kvaliteten af plast der udsorteres fra hhv. kombineret indsamlet plast, metal og glas, og særskiltindsamlet plast. I analysen anvendes mængden af rene polymerer, der kan udsorteres, til definition af kvalitet i det indsamlede affald, og en vægtning imellem lavkvalitets- og højkvalitetsplastgenanvendelse introduceres. Er relevant og er anvendt i projektet.

Titel: Sorteringskriteriers betydning for kvalitet og genanvendelse

Årstal: 2019

Publikation: Rapport

Forfatter: Miljøstyrelsen

Kort om indhold: For plast og en række andre fraktioner sammenholdes sorteringskriterier med ønskerne fra sorteringsanlæg. En række danske plastvirksomheder har derfor givet deres syn på, hvad kvalitet og sammensætning skal være af plastaffald for, at dette kan genanvendes økonomisk rentabelt. Er ikke vurderet relevant, da der i høj grad er fokus på økonomi.

Titel: Flexisort

Årstal: 2019

Publikation: Rapport

Forfatter: Miljøstyrelsen

Kort om indhold: Et større projekt, hvor der i sidste ende evalueres på kvaliteten af granulat der fremstilles af særskilt indsamlet plast. Kvaliteten vurderes via kemiske analyser.

Titel: Sirkulær plastemballasje i Norge – kartlegging av verdikjeden for plastemballasje

Årstal: 2019

Publikation: Rapport

Forfatter: Deloitte

Kort om indhold: Indeholder en kortlægning og analyse af Norges plastemballagestrømme og deres værdikæder fra både husholdninger og virksomheder. Er relevant og er anvendt i projektet.

Titel: Quality and Recyclability of Plastic in Household Waste

Årstal: 2019

Publikation: Ph.D.-afhandling

Forfatter: Marie Kampmann Eriksen

Kort om indhold: Indeholder en kvantitativ evaluering af ydeevnen for nuværende og potentielle fremtidige plastgenanvendelsessystemer og anbefaler de mest cirkulære muligheder. Rapporten har særlig fokus på plast fra husholdninger og dets kvalitet.

Titel: Analyse af eftersortering af restaffald: Udsortering af plast og metal fra restaffald

Årstal: 2019

Publikation: Rapport

Forfatter: Miljøstyrelsen

Kort om indhold: Indeholder en sammenligning af central sortering og kildesortering af affaldsfraktionerne metal og plastik (blød og hård) fra husstande. Desuden afdækker rapporten den eksisterende viden på området. Er ikke anvendt i projektet, da der ikke er konkrete data for udsortering og kvalitet.

Titel: På vej- Mod øget genanvendelse af husholdningsaffald (livscyklusvurdering og samfundsøkonomisk konsekvensvurdering)

Årstal: 2019

Publikation: Rapport

Forfatter: Miljøstyrelsen

Kort om indhold: Indeholder en analyse af de miljømæssige og samfundsøkonomiske konsekvenser af øget genanvendelse af fraktioner som typisk afhentes som en del af dagrenovationen samt kube-ordninger, dvs. papir, glas, småt pap, metal, plast og organisk affald. Er ikke relevant, da fokus primært er på miljø og økonomi, og publikationen ikke indeholder aktuelle data for plast samt mad- og drikkekarton håndteret i sorteringsanlæg.

Titel: Purities of sorted output categories, IVAR Waste Sorting Plant at Forus

Årstal: 2019

Publikation: Notat

Forfatter: IVAR

Kort om indhold: Excel-ark for renheden af sorteret output for forskellige affaldskategorier. Er ikke anvendt i projektet, da data er indhentet fra andre kilder.

Titel: Status for post-sorting (central sorting) in the context of new EU recycling targets

Årstal: 2019

Publikation: Notat

Forfatter: SDU Life Cycle Engineering

Kort om indhold: Status på udsortering af plast fra restaffald på anlæg i Holland og i Norge samt lidt om tetra pak. Er relevant og er anvendt i projektet.

Titel: Felles ettersorteringsanlegg Sesam Ressurs AS

Årstal 2018

Publikation: Rapport

Forfattere: Kjell Ø. Frederiksen, Oda Wata Watnebryn

Kort om indhold: Redegør for de relevante affaldsmængder i 2017 i udvalgte norske kommuner, samt en beregning af fremtidige mængder for at kunne bestemme hvorvidt anlægget skal udvides samt tekniske og økonomiske vurderinger for gennemførslen af myndighedernes krav for øget genanvendelse. Data er i stor udstrækning ens med andre kilder og er derfor ikke anvendt i projektet.

Titel: Post-consumer plastic packaging waste in England: Assessing the yield of multiple collection-recycling

Årstal: 2018

Publikation: Rapport

Forfattere: John N. Hahladakis, Phil Purnell, Eleni Iacovidou Costas A. Velis, Maryann Atseyinku

Kort om indhold: Indeholder en analyse af forskellige indsamlingsmetoder i forhold til, hvordan de påvirker mængden og kvaliteten ved genanvendelse af plastemballage fra husholdningsaffald i England. Er ikke vurderet relevant, da data ikke umiddelbart er anvendelige i sammenhæng med projektet.

Titel: Recycling of beverage cartons in the Netherlands in 2016

Årstal: 2017

Publikation: Rapport

Forfatter: Food & Biobased Research Institute, Holland

Kort om indhold: Har fokus på "genanvendelseskæden" af drikkevarekartoner i Holland i 2016 fra husholdningerne til deres genanvendte sekundære materialer (fibre og biprodukter), og beskriver udbyttet af alle trin i kæden og kvaliteten af de (mellemliggende) produkter. Rapporten er en opfølgende undersøgelse af en stor pilotundersøgelse fra 2013. Er relevant og er anvendt i projektet.

Titel: Collection of food and drink cartons at the kerbside

Årstal: 2017

Publikation: Rapport

Forfattere: Sally Scholefield, Will French and Ed Cook (WRAP)

Kort om indhold: Indeholder en beskrivelse af de økonomiske, operationelle, miljømæssige og politiske aspekter ved indsamling af kartonemballage. Målet er at politikere mm. kan træffe begrundede beslutninger om den bedste måde at håndtere og markedsføre kartonemballage til effektiv genanvendelse. Er ikke relevant, da den primært indeholder økonomiske nøgletal og ikke data, som er anvendelige for projektet.

Titel: ØAS-Oppdatering av tidligere PwC rapport pr. oktober 2017

Årstal: 2017

Publikation: Rapport

Forfattere: Kjell Ø. Frederiksen (Mepex)

Kort om indhold: Opdatering på tidligere rapport fra PwC vedrørende samfundsøkonomiske samt miljømæssige konsekvenser af omlægning til eftersorteringsanlæg. Heriblandt især fokus på ændringer i priser for affaldsfraktionerne grundet ny regulering i Kina. Er ikke relevant, da den fokuserer på de økonomiske konsekvenser.

Titel: Felles ettersortering av husholdnings-avfall

Årstal: 2016

Publikation: Rapport

Forfatter: PwC

Kort om indhold: En redegørelse for de miljømæssige effekter samt omkostningerne for 8 norske kommuners udnyttelse af et eftersorteringsanlæg baseret på NIR-teknologi. Er ikke relevant da data fra anlæggene er præsenteret i andre kilder.

Titel: Block Diagram, mass balance: Waste Sorting Plant IVAR, Norway

Årstal: 2015

Publikation: Notat

Forfatter: IVAR

Kort om indhold: Blokdigram for sorteringsanlæggets sorteringsproces. Er anvendt til forståelse af processen.

Titel: Block Diagram for the process of the washing plant

Årstal: 2015

Publikation: Notat

Forfatter: Amut

Kort om indhold: Blokdigram for renséværkets proces. Er anvendt til forståelse af processen.

Titel: Pilot Beverage Cartons

Årstal: 2013

Publikation: Teknisk rapport

Forfattere: E.U. Thoden van Velzen, M.T. Brouwer, E. Keijsers (Wageningen UR Food and Biobased Research), Pretz, A. Feil, M. Jansen (RWTH Aachen)

Kort om indhold: Er relevant og er anvendt i projektet.

Reguleringsdokumenter:

Titel: EFSA Journal 2011;9(7):2184

Kort om indhold: EFSA Journal 2011;9(7):2184 fastsætter kriterierne for, hvornår PET kan genanvendes til fødevareremballage, herunder at, hvis blandet PET skal kunne genanvendes til fødevarer af høj kvalitet, kræves der dokumentation for, at minimum 95 % af plasten er fødevareremballage i PET.

Titel: Forordning 282:2008

Kort om indhold: Forordning 282:2008 fastsætter kravene for at genanvende plast (undtagen PET) til fødevareemballager, herunder at 100 procent af plasten til oparbejdning skal være plast fra fødevareemballager.

Titel: Recommendation XXXVI. Paper and board for food contact, Federal Institute for Risk Assessment (BfR)

Kort om indhold: Afgør kriterierne for enkelt- og flerlagsvarer (artikler, materialer) fremstillet af papir eller pap, der er beregnet til at komme i kontakt med eller påvirke fødevarer.

Bilag 3. Interviews, Oversigt

Repræsentanter for nedenstående sorteringsanlæg er blevet interviewet:

Navn på anlæg	Nationalitet	Materiale-type, der håndteres	Sammensætning af affald, der håndteres
ALBA	Tysk	Plast og karton	Blandet genanvendeligt og blandet plast
Dansk Affaldsminimering	Dansk	Plast	Blandet plast
IVAR	Norsk	Plast	Restaffald
OMRIN	Hollandsk	Plast og karton	Restaffald
PreZero	Tysk	Plast og karton	Blandet genanvendeligt og blandet plast
ROAF	Norsk	Plast	Restaffald
Suez	Engelsk	Plast og karton	Restaffalds og plastsorteringsanlæg
Swerec	Svensk	Plast	Blandet plast
Veolia Umweltservice Nord, Rostock	Tysk	Plast og karton	Blandet genanvendeligt

Repræsentanter for nedenstående oparbejdningsanlæg er blevet interviewet:

Navn på anlæg	Nationalitet	Materiale-type, der håndteres	Affald, som materialetypen er udsortet fra
Faerch A/S	Hollandsk/dansk	Plast	Blandet genanvendeligt plast, særskilt og restaffald
Interseroh ¹	Tysk	Plast	Forsortet plast fra ALBA's anlæg
IVAR ²	Norsk	Plast	Restaffald, som de selv har forsortet
Multipet Bernburg	Tysk	Plast	Modtager både fra forsortet kil-desortet og fra centralt sortet restaffald
Niederaur Muhle ³	Tysk	Karton	Blandet genanvendeligt
OMRIN ²	Hollandsk	Plast	Restaffald, som de selv har forsortet
QuantaFuel	Dansk	Plast	Alle
Retroplast	Litauen	Plast	Modtager både fra forsortet kil-desortet og fra centralt sortet restaffald

Veolia Polymers	Tysk	Plast	Modtager både fra forsorteret kil- desorteret og fra centralt sorteret restaffald
-----------------	------	-------	---

Note: 1) Der blev foretaget ét interview med repræsentanter for både Interseroh og ALBA (sorteringsanlæg). 2) Der blev foretaget ét interview med henholdsvis IVAR og OMRIN (begge er sorterings- og oparbejdningsanlæg). 3) Der blev foretaget ét interview med repræsentanter for både Niederaur Muhle Extr:Act (se nedenfor).

Herudover er følgende personer blevet interviewet:

- Louise Hundebøll Krath Andersen - Skylight (producent af plastprodukter)
- Michael Brandl – Extr:Act (markedsinitiativ mad- og drikkekartonoparbejdning)
- Ksenija Garbacenka – Pluspack (producent af plastprodukter)
- Aurelia Leeuw – Fostplus (det belgiske producentansvarssystem)
- Poul Møller - Fredericia Kommune (myndighed)
- Berndt Ringvold – Miljødirektoratet i Norge (myndighed)
- Frank Vandewal - Tetrapak (kartonproducent).

I alt er der foretaget 21 interviews.

Bilag 4. Spørgeguides

Nedenfor ses spørgeguiden for interview af henholdsvis sorteringsanlæg og anlæg til oparbejdning af plast og mad- og drikkekarton.

Dato for gennemførelse af interview:

Virksomhedens navn og adresse:

Navn på interviewperson, e-mail og telefon:

Mængder og typer der håndteres

Hvor store mængder plast og mad- og drikkekarton håndterer I?

Ton plast pr. år

Ton mad- og drikkekarton pr. år

Før sortering:

Før sortering:

Efter sortering:

Efter sortering:

Plast

Hvad er det for en type plast I modtager og hvordan modtages den?

Restaffald hvor plast udsorteres på anlægget

Blandede fraktioner af plast kildesorteret ved husstanden

Blandet fraktion af plast indsamlet ved husstanden sammen med andre genanvendelige materialer f.eks. metal

Plast fra genbrugspladser

Anden type/måde (f.eks. erhverv)

Hvilke fraktioner kildesorteres i en anden beholder, og burde derfor ikke være i affaldet?

Beskriv kort hvordan anlægget fungerer, hvilke processer skal affaldet igennem og hvilke output strømme får I?

Hvad er modtagekravene til plast?

Afviser I læs med plast og hvad sker der efterfølgende med det?

Må plasten komprimeres?

Hvad opfattes som urenheder?

Hvordan er renheden af den plast der modtages (eventuelt fordelt på forskellige typer/måder den modtages)?

Hvor stor en procentmæssig andel sorteres fra plasten afhængig af de forskellige typer/måder I modtager plast på?

Hvilke forskelle ser I på kvaliteten af plast afhængig af hvilke typer/fraktioner I modtager?

Hvilken betydning har det for det plastprodukt som I sælger videre?

Hvordan vil I helst modtage plasten i forhold til at opnå den bedste kvalitet og det bedste produkt efterfølgende?

Hvad afsættes plasten til (eventuelt fordelt på forskellige typer/måder den modtages), gerne så specifikt som muligt (branche,/produkt), som minimum om det er Fødevarer emballager/andre emballager/tekniske formål/lavkvalitets (vejkegler etc.)?

Hvilke lande afsætter I det behandlede plast til?

Oplever I lovgivningsmæssige eller administrative barrierer ift. at kunne afsætte de sorterede varer til genanvendelse. F.eks.: Er det billigere at afsætte til forbrænding end genanvendelse?

Er teknologien i dag god nok i forhold til sortering af plast?

Er der efter jeres vurdering et kvalitetstab ved at udsortere plast fra restaffald/blandet affald frem for at plasten er sorteret ved kilden (husstanden)?

Hvordan vurderer I markedet for sortering af plast fremover, vil det være både sortering fra blandet affald og sortering af mere rene fraktioner, eller vil det primært være sortering af den ene eller den anden fraktion?

Mad- og drikkekarton

Hvad er det for en type mad- og drikkekarton I modtager og hvordan modtages den?

Restaffald hvor mad- og drikkekarton udsorteres på anlægget

Blandede fraktioner af mad- og drikkekartoner kil-desorteret ved husstanden

Blandet fraktion af mad-og drikkevarekarton indsamlet ved husstanden sammen med andre genanvendelige materialer f.eks. papir, pap eller plast

Mad- og drikkekarton fra genbrugspladser

Anden type/måde (f.eks. erhverv)

Hvilke fraktioner kildesorteres i en anden beholder, og burde derfor ikke være i affaldet?

Beskriv kort hvordan anlægget fungerer, hvilke processer skal affaldet igennem og hvilke output strømme får I?

Hvad er modtagekravene til mad- og drikkekarton?

Afviser I læs med mad- og drikkekarton og hvad sker der efterfølgende med det?

Må mad- og drikkekarton komprimeres?

Hvad opfattes som urenheder?

Hvordan er renheden af de mad- og drikkekartoner der modtages (eventuelt fordelt på forskellige typer/måder den modtages)?

Hvor stor en procentmæssig andel sorteres fra mad- og drikkekartonerne afhængig af de forskellige typer/måder I modtager mad- og drikkekarton på?

Hvilke forskelle ser I på kvaliteten af mad- og drikkekarton afhængig af hvilke typer/fraktioner I modtager?

Hvilken betydning har det for det produkt som I sælger videre?

Hvordan vil I helst modtage mad- og drikkekarton i forhold til at opnå den bedste kvalitet og det bedste produkt efterfølgende?

Hvilken type produkter afsættes mad- og drikkekarton til (eventuelt fordelt på forskellige typer/måder den modtages)?

Hvilke barrierer oplever I med at afsætte mad- og drikkekartoner til genanvendelse, f.eks., marked, lovgivning eller pris?

Hvilke lande afsætter I de behandlede mad- og drikkekartoner til?

Er teknologien i dag god nok i forhold til sortering af mad- og drikkekarton?

Er der efter jeres vurdering et kvalitetstab ved at udsortere mad- og drikkekarton fra restaffald/blandet affald frem for at mad- og drikkekarton er sorteret ved kilden (husstanden)?

Hvordan vurderer I markedet for sortering af mad- og drikkekarton fremover, vil det være både sortering fra blandet affald og sortering af mere rene fraktioner, eller vil det primært være sortering af den ene eller den anden fraktion?

Bilag 5. Workshop

Dette bilag indeholder et notat udarbejdet af COWI efter workshoppen, der blev afholdt d. 15. december 2020. Bemærk, at notatet har to bilag – ét med en oversigt over de repræsenterede institutioner og ét med de viste slides.

WORKSHOP, OPSAMLING

TITEL	Kvalitet af plast samt mad- og drikkekartoner, Workshop
DATO	15. december 2020
STED	Teams
DELTAGERE	Se Bilag 1
REFERENT	Aske Nydam Guldberg, Anita Dahl Hansen, Louise Kreilgård og Jesper Karup Pedersen, 21. december 2020
FORDELING	Alle deltagere
PROJEKTNR	A218681

ADRESSE COWI A/S
Parallelvej 2
2800 Kongens Lyngby

TLF +45 56 40 00 00

FAX +45 56 40 99 99

WWW cowi.dk

SIDE 1/7

1 Indledning

Dette notat indeholder en kort opsamling på workshoppen "Kvalitet af plast samt mad- og drikkekartoner", der blev afholdt af COWI i samarbejde med Miljøstyrelsen d. 15. december 2020 inden for rammerne af projektet af samme navn.

Opsamlingen tjener et dobbelt formål - dels at gøre status over workshoppen, dels tjene som grundlag for færdiggørelsen af det igangværende projekt.

Det består af fem afsnit ud over bærværende indledning:

- > Generelt
- > Beslutninger
- > Fejl og mangler i udkastet til rapport
- > Emner, der tages til efterretning
- > Øvrige emner diskuteret eller nævnt på workshoppen.

2 Generelt

Workshoppen havde til formål at trykprøve udkastet til rapport inden for projektet "Kvalitet i plast samt mad- og drikkekartoner" og dermed sikre, at væsentlig viden ikke er blevet forbigået eller misforstået i forbindelse med rapporten.

Dagsordenen for workshoppen var som følger:

Tidspunkt	Emne
14.00-14.05	Præsentation v/MST og COWI
14:05-14:15	Udkast til rapport i en nøddeskal v/COWI
14:15-15:00	Kommentarer til udkast til rapport v/SDU, NTNU og SDU
15:00-15:15	Spørgsmål til vidensinstitutioner v/Alle
15:15-15:55	Kommentarer til udkast til rapport v/Alle
15:55-16:00	Afslutning v/MST og COWI

Forud for workshoppen havde alle deltagerne fået tilsendt et rapportudkast.

Workshoppen havde i alt 36 deltagere. Bilag 1 indeholder en liste over de deltagende institutioner, virksomheder, organisationer mv.

Bilag 2 indeholder de viste slides.

Workshoppen blev afholdt virtuelt, i Teams, og optaget og arkiveret sammen med de modtagne skriftlige spørgsmål og kommentarer undervejs i chatten.

Selve forløbet af workshoppen foregik således, at alle oplæg blev afviklet i forlængelse af hinanden, uden spørgsmål efter hvert oplæg. Dog var det muligt for deltagerne at stille spørgsmål og kommentere på chatten undervejs. Efter indlæggene kunne alle stille spørgsmål ved at benytte "hands up". COWIs ordstyrer gav herefter ordet til deltagerne, efter tur, for spørgsmål og kommentarer, både til oplæggene, rapporten og til øvrige emner.

Generelt var der en god dialog på workshoppen. Mange relevante aktører bidrog aktivt til diskussionen af de i rapportudkastet skitserede problemstillinger.

3 Beslutninger

Der blev ikke truffet beslutninger på workshoppen.

4 Fejl og mangler i udkastet til rapport

Henrik Wenzel (SDU) påpegede en fejl i en kildehenvisning og en fejl i et citat fra en artikel fra 2013.

Herudover blev det nævnt af flere deltagere, at den europæiske genanvendelsesindustri for karton ikke genanvender plast fra mad og drikkekartoner. Det fremgår ikke klart af udkastet.

Ovenstående vil blive rettet i den endelige rapport.

5 Emner, der tages til efterretning

Det blev nævnt, at det af den endelige rapport godt må fremgå tydeligere, end tilfældet er i udkastet, hvor i værdikæden affaldet er, når der henvises til et udsagn fra en kilde eller interview.

Flere deltagere nævnte, at andre parametre, end dem rapporten behandler, har indflydelse på kvaliteten af plast samt mad- og drikkekartoner og, ikke mindst muligheden for at sikre den nødvendige genanvendelsesprocent. En række parametre blev nævnt, se nedenfor. De ligger imidlertid uden for rammerne af nærværende projekt og er derfor ikke behandlet i udkastet til rapport.

Miljøstyrelsen og COWI anerkender imidlertid betydningen af disse, og COWI vil se til, om det ikke er muligt at tydeliggøre projektets fokus og de tilhørende begrænsninger yderligere i den færdige rapport.

Særligt følgende, andre parametre blev fremhævet på workshoppen:

> Design

Her blev det blandt andet nævnt, at det er vigtigt, at design af produkterne skal sikre (eller befordre) genanvendelse, så slutproduktet kan genanvendes igen og igen. Det gøres ved at sikre, at produktet bliver designet til adskillelse i forbindelse med affaldshåndteringen. Det blev desuden nævnt, at design til genanvendelse er af stor betydning for muligheden for at opnå cirkularitet.

> Økonomiske konsekvenser

Der var bred enighed om, at teknologien til at oparbejde både plast og mad- og drikkekartoner til forskellige kvaliteter for genanvendelse findes den dag i dag, men at en vigtig parameter for, hvorvidt det også sker, er, at økonomien er der, at der er et marked for sorterings- og oparbejdningsanlæggene, så det kan betale sig økonomisk at producere og levere et bedre produkt på baggrund af de udvundne materialer.

Det blev nævnt, at det skal indtænkes, at det snavs, der er på produktet, skal fjernes på et tidspunkt, før det kan genanvendes. Så selv om sorteringsanlægget kan afsætte det, skal oparbejdningsanlægget stadig sortere snavs fra, som der skal betales for. Så potentielt lavere omkostninger til indsamling ved restaffald skal vejes op mod de potentielle efterfølgende omkostninger forbundet med genanvendelsesprocessen, omkostninger, som

kan være lavere, men også højere, alt efter markedsværdien af den pågældende plast samt mad- og drikkekartoner.

Endvidere blev det fremhævet, at mængderne er vigtige, for så vidt angår de økonomiske konsekvenser af forskellige løsninger. I den forbindelse blev det nævnt, at det kan være vanskeligt at se, hvordan genanvendelsesmålet for plast kan opfyldes, hvis ikke der opstilles ambitiøse sorteringsmål for udtagningen af plast fra restaffaldet, da mængderne pr. indbygger er større i de datasæt, som sammenligner særskilt indsamling med indsamling via udsortering af restaffaldet.

> Miljøeffekt

I forbindelse med de opstillede scenarier blev det nævnt, at der bør ses på miljøeffekten, og at denne bør analyseres i et bredt perspektiv omfattende teknologier, oparbejdningsprocesser, tab, ressourceforbrug og transport.

> Producentansvar

Hvad angår producentansvar, var der enighed om, at de fremtidige producentansvarsordninger, herunder det fremtidige emballageproducentansvar, vil få stor indflydelse på genanvendelsen og hele indsamlingen og sorteringen af plast og mad- og drikkekartoner. I den forbindelse blev det kort drøftet, hvorvidt nogle løsninger vil få forrang frem for andre (fx eftersortering på sorteringsanlæg frem for kildesortering på husstandsniveau).

6 Øvrige emner diskuteret eller nævnt på workshopp

Flere emner, ud over de ovennævnte, blev diskuteret eller nævnt på workshopp. Nogle af dem er berørt i udkastet til rapport, andre ligger uden for rammerne af nærværende projekt og vil ikke blive adresseret i den færdige rapport.

Øvrige emner, der skal fremhæves, er følgende:

> Renhed og mængde af materiale særskilt indsamlet ved husstanden

Det blev nævnt, at der sker et tab i indsamlingsleddet i forbindelse med særskilt indsamling, da kun en del af materialerne udsorteres. Risikoen for fejlsorteret materiale ved husstanden er til stede. Dermed vanskeliggøres en korrekt håndtering af særskilt indsamlet materiale, der kan anvendes til fødevareemballage (eksempelvis PET uden pant).

> Kvalitet i genanvendelsen og definition heraf

Det blev nævnt, at kvalitet også omfatter sammensætning af plastpolymere, overfladebeskaffenhed, molekylær forurening, farve, snavs, partikler, ruhed, glans og fysiske egenskaber. Ligeledes blev det nævnt, at højkvalitetsgenanvendelse kan defineres som genanvendelse af plastråvaren (af genanvendt plast) til nye plastprodukter, som så kan genanvendes igen og igen.

> Mængde til genanvendelse i forhold til renhed/kvalitet

Det blev nævnt, at mængde og kvalitet ikke nødvendigvis følges ad, at højere kvalitet i genanvendelsen kan betyde mindre mængder til genanvendelse. Herudover blev teknologien berørt. Der var bred enighed om, at teknologien er så udviklet, at slutproduktet efter oparbejdning kan have den samme kvalitet, og anvendes til samme formål, uanset indsamlingsmetode, men også om at der er udfordringer med tabsraterne inden endelig genanvendelse. I den forbindelse blev der spurgt: Tabes der mere ved restaffaldssortering, hvis denne teknologi alene anvendes til sortering af plast fra fødevarer? Er kvaliteten god nok uanset indsamlingsmetode?

> Power to X

Det blev nævnt, at Power to X forventes at indgå som et vigtigt element i genanvendelse af plast, da det vil bidrage til at lukke plastkredsløbet (og dermed sikre cirkularitet). Det blev kort diskuteret, hvordan dette kan tænkes ind i hvert element i værdikæden.

> Datakvalitet i kilderne

Det blev nævnt, at der, som det også fremgår af udkastet til rapport, er væsentlig forskel på kildernes datagrundlag og dermed på, hvordan de skal fortolkes. Særligt blev forskellen imellem kilder med eksperimentelle data og kilder baseret på modeller og erfaringer på anlæg fremhævet. Der blev også fokuseret på vigtigheden af sammenligneligheden af data, hvor enkelte kilder har eksperimentelle data på flere indsamlingsmetoder.

Bilag 1 Deltagere

4PET/Færch
Aage Vestergaard Larsen
ARI
AVL
COWI
DAKOFA
Dansk Affald
Dansk Affaldsforening
Dansk Affaldsminimering
Dansk Erhverv
DI
DTU
Fredericia Kommune
GenPlast
Københavns kommune
KTC
Miljødirektoratet i Norge
Miljøministeriet
Miljøstyrelsen
Nomi4S
NTNU
Odense Renovation
Plastindustrien
Plastix
Ribe flaske central
SDU
Teknologisk Institut

Bilag 2 Viste slides

Udkast til rapport i en nøddeskal

Aftale mellem regeringen (Socialdemokratiet) og Venstre, Radikale
Venstre, Socialistisk Folkeparti, Enhedslisten,
Det Konservative Folkeparti, Liberal Alliance og Alternativet
om

Klimaplan for en grøn affaldssektor og cirkulær økonomi

16. juni 2020

Miljøprojekt nr. 2059, 2018

På vej – mod øget
genanvendelse af
husholdningsaffald
(livscyklusvurdering og
samfundsøkonomisk
konsekvensvurdering)

07-02-2019

Miljøprojekt nr. 2109, 2019

Analyse af eftersortering af restaffald

Udsortering af plast og metal fra restaffald

09-01-2020

Projektet

> Formål:

- > At kortlægge og samle viden om kvaliteten af plast samt mad- og drikkekarton fra husholdninger indsamlet på en af følgende tre måder:
 - > Særskilt ved husstanden med plast for sig og mad- og drikkekarton for sig
 - > Særskilt ved husstanden med plast samt mad- og drikkekarton sammen
 - > Centralt med udtagning af plast samt mad- og drikkekartoner fra restaffaldet

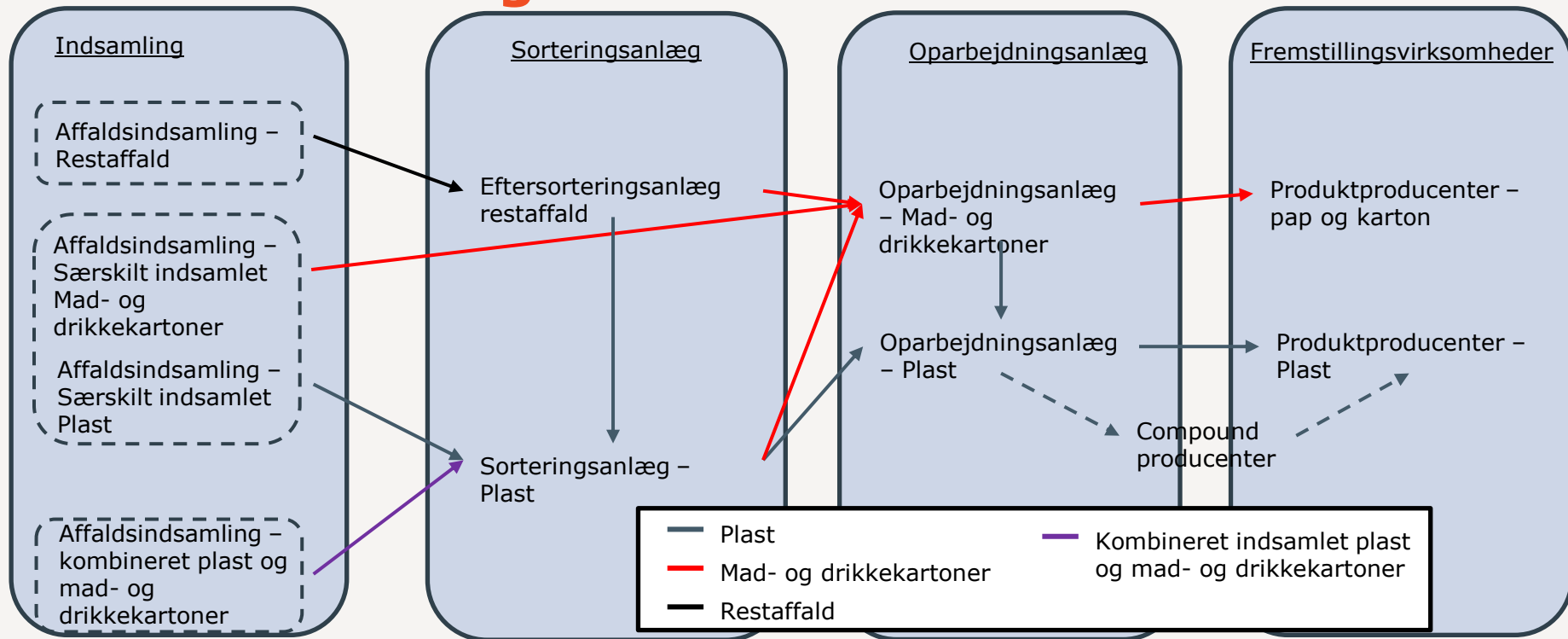
> Hvordan:

- > Ved at indsamle eksisterende viden via litteratursøgninger og interviews med udvalgte interessenter

Processen

- › Søgning i relevante databaser, udpegning og kontakt til relevante aktører samt kontakt til relevante sorterings- og oparbejdningsanlæg med henblik på interviews
- › Udarbejdelse af liste over identificeret relevant litteratur og overordnet gennemgang af alle kilder; særlig relevant litteratur/publikationer er gennemgået grundigt
- › Gennemførelse af 21 interviews inden for alle dele af værdikæden
- › Opstilling af fokusområder og indarbejdelse af data og fakta fra kilder og interviews inden for hvert fokusområde

Værdikæden og scenarierne



Fokusområder

- > Hvad er betydningen af sammensætning af indsamlingssystem og øvrige indsamlingssystemer ved husstanden for genanvendelseskvaliteten?
- > Hvad betyder effektiviteten og kvaliteten af udsorteringen på anlæg til sortering af enten blandet plast og mad- og drikkekarton eller restaffald alene for genanvendelsen?
- > Hvordan påvirker indsamlingen, sorteringen og oparbejdningen muligheden for at anvende materialerne til nye produkter?
- > Hvad betyder indsamlingen, sorteringen og oparbejdningen for mængden af affald, der genanvendes, og renheden af materialerne?

Udfordringer

- > Der eksisterer ikke en bredt anerkendt definition af "genanvendelseskvalitet"
- > Der er relativ lidt information om særskilt indsamling af mad- og drikkekartoner og også om sortering og oparbejdning af disse
- > Litteratur og kilder viser forskellige opfattelser af, hvilke indsamlings- og sorteringsløsninger der giver den bedste renhed og kvalitet af materialerne, hvilket til dels er begrundet i forskellige opfattelse af hvad der er de vigtigste problemer
- > Markedsmekanismer kan være afgørende for, hvor god en kvalitet af især plast der ønskes opnået af et oparbejdningsanlæg, alt afhængig af økonomi og afsætning
- > Det har ikke været muligt inden for den givne tidsramme at gå ind til 'roden af data' oplyst i artikler og rapporter

KVALITET AF PLAST SAMT MAD- OG DRIKKEKARTONER – review af rapportudkast

Henrik Wenzel
www.sdu.dk/lifecycle

Webinar, COWI & Miljøstyrelsen
15. december 2020



Projektoplæg

Formål

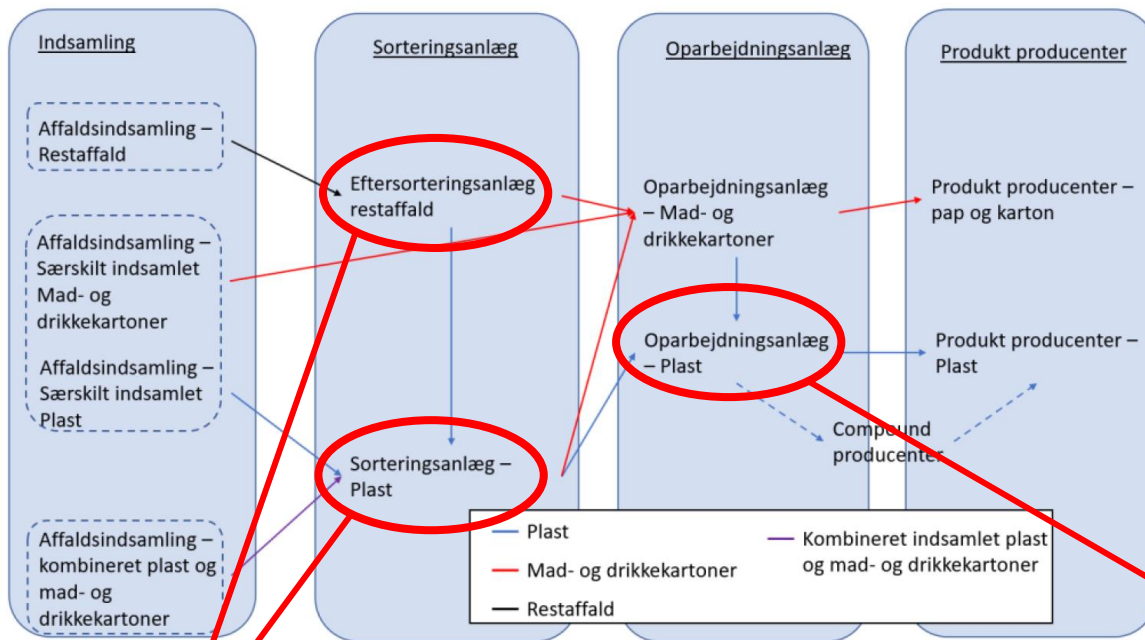
at etablere et på én og samme tid solidt og konsolideret overblik over den eksisterende viden om kvaliteten af plast samt mad- og drikkekartoner fra private husstande

Fokus

- Fokus på teknisk viden om kvaliteten ved udsortering fra restaffald hhv. kildeindsamlet
- Indsamlet via litteratur + interviews m. aktører i DK og udlandet
- Fokus på både kvalitet og mængde
- Særligt fokus på data fra forsøg, prøver, analyser, målinger af kvalitet
- Ikke vægt på holdninger, vurderinger

Kategorier og kvalitet af den indsamlede viden

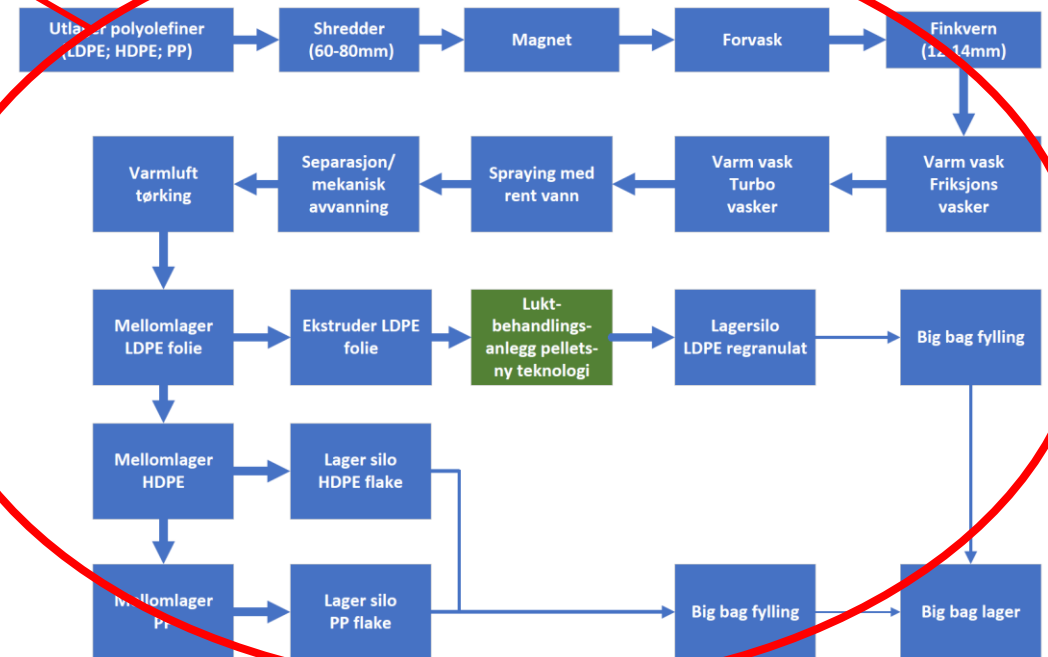
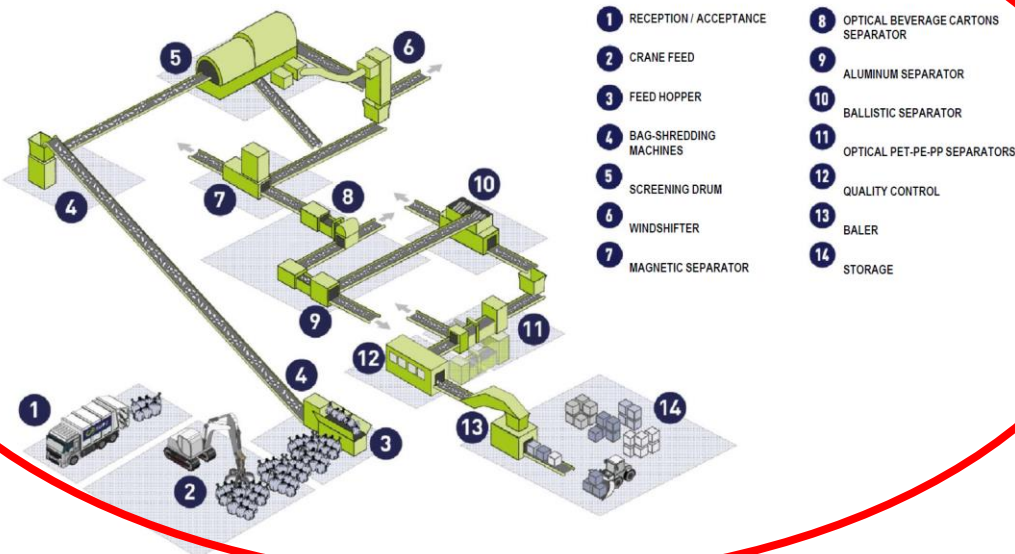
1. Prøvetagning + analyser/målinger af slutkvalitet
2. Erfaring/udsagn fra aktører – især aktører med erfaring fra oparbejdning/det sidste led i kæden, hvor plast sælges til marked, og især aktører, der har reel viden/erfaring og et reelt sammenligningsgrundlag mellem slutkvalitet af plast fra eftersortering af restaffald og fra kildesortering
3. Andre udsagn, herunder udsagn fra aktører i de tidlige led i kæden plus antagelser, vurderinger, modelleringer mm. uden data fra prøvetagning & målinger



Generelle spørgsmål om repræsentativitet af data/viden:

- ☐ Hvilke processer findes i kæden?
- ☐ Hvor er prøverne taget?
- ☐ Hvor mange prøver er taget?
- ☐ Hvor repræsentative er de?
- ☐ Især vigtigt, hvad der gælder/antages mht. vask, filtrering, raffinering, lugtfjernelse

Sorting plant steps



Hvordan defineres kvalitet?

- her med fokus på plast

Definition i rapportens afsnit 3.1 er delvist OK, men også ret overordnet/kvalitativ. Kunne godt være mere stringent og bl.a. mere direkte adressere og skelne mellem følgende kvalitets-aspekter:

1. Polymersammensætning
2. Molekylær forurening
3. Lugt
4. Farve
5. Overfladebeskaffenhed: Renhed (snavs, partikler), ruhed, glans, ...
6. Fysiske egenskaber/produktionsegenskaber (trækstyrke, MFI, ...)
7. mængde

Gennemgang og kategorisering af den indsamlede viden

- kategorier og farvekoder

1. Prøvetagning + analyser/målinger af slutkvalitet
2. Erfaring/udsagn fra aktører – især aktører med erfaring fra oparbejdning/det sidste led i kæden, hvor plast sælges til marked, og især aktører, der har reel viden/erfaring og et reelt sammenligningsgrundlag mellem slutkvalitet af plast fra eftersortering af restaffald og fra kildesortering
3. Andre udsagn, herunder udsagn fra aktører i de tidlige led i kæden plus antagelser, vurderinger, modelleringer mm. uden data fra prøvetagning & målinger
4. Jeg er i tvivl om, hvorvidt der ligger prøver, analyser, målinger bag
5. Mine spørgsmål/kommentarer

Sammenligning af plast & kartoner fra eftersorteret restaffald og kildeindsamling

	Udsagn: Kvaliteten er ens	Udsagn: Kvaliteten er forskellig
Generelt plast	s. 26: Anlæg til forsoring og oparbejdning af plast ser ikke den store forskel i output kvaliteten fra anlæggene, uanset om plast er indsamlet særskilt eller udsorteret fra restaffald (plastsorteringsanlæg generelt) s. 23: De interviewede sorteringsanlæg, der håndterer plast, udtrykker at kvaliteten af den udsorterede plast fra anlægget altid har samme standard uanset renheden af det materiale, der kommer ind i anlægget (plastsorteringsanlæg generelt) s. 27: På et oparbejdingsanlæg, der både modtager plast udsorteret fra den tyske kildesorterings-ordning, og udsorteret fra restaffald fra anlæg i Norge, er erfaringen, at kvaliteten af det granulat mv. de producerer, er lige god uanset om plasten er fra tyske anlæg eller fra det norske. Der er ingen forskel er i afsætnings-mulighederne efterfølgende (plast oparbejder virksomhed) s. 28: plast indsamlet særskilt ved husstanden og plast udsorteret centralt fra restaffald kan i sidste ende anvendes til samme type oparbejdning i nye produkter – materialet fra de to forsøg er sammenligneligt (Københavns kommune/Teknologisk, 2020) [Teknologisk, ikke 'Force', som der står i rapporten]. s. 30: Det samme gælder det hollandske forsøg (Maaskant-Reilink et al., 2020) s. 30: uanset indsamlingssystemet ved husstanden, om dette er særskilt indsamling af plast eller plast indsamlet med restaffald, er renheden og kvaliteten af materialet efter oparbejdning den samme (Luijsterburg & Gossens, 2013) [COWI skriver 'indsamlet med andet genanvendeligt' i rapporten, men af artiklen fremgår, at det er indsamlet med og mekanisk udsorteret fra restaffald] s. 23 + s. 26: renheden af det sorterede plast fra sorteringsanlæggene afgøres af markedet, altså hvad det er muligt at afsætte (Miljøstyrelsen 2020) – og ikke af plastens oprindelse eller af tekniske begrænsninger (interviews). Økonomien er afgørende for, hvor langt det betaler sig teknisk at opgradere til genanvendelse (interviews) s. 21: Komprimering medfører ikke kvalitetstab (van Velzen et al. 2013). s. 21: Komprimering kan betyde et mindre kvalitetstab (tyske sorteringsanlæg) s. 21: Hvis plast skal genanvendes til ny fødevareemballage, skal emballageplast fra fødevarer udsorteres særskilt ved husstanden (Eriksen & Astrup, 2019) [hvordan er det afklaret, at plast fra eftersortering af fx specifikt mærket fødevareemballage ikke kan genanvendes til fødevarer?] s. 35: Generelt er der meget modsatrettede oplysninger og opfattelser af hvilken sammenblanding og udsortering af særligt plast, der i sidste ende giver den bedste kvalitet og renhed. Det kan således være vanskeligt at give konkrete svar på problemstillingerne ud fra den tilgængelige litteratur, de interviews der er gennemført og de forskellige øvrige aktørers bidrag til projektet (COWIs egen konklusion) [jeg har svært ved at forstå denne konklusion, når man skiller faktabaseret viden fra andet]	s. 22: Korrekt sortering ved husstanden betyder meget for renheden og kvantiteten. Jo flere urenheder i materialet desto større risiko for dårligere kvalitet (COWIs egen konklusion) [ingen data eller udsagn understøtter konklusion om større risiko for dårligere slutkvalitet, tværtimod] s. 23 + s. 26: Ved at udsortere i flere plastfraktioner ved kilden kombineret med en mekanisk sortering af restaffaldet opnås en væsentlig højere genanvendelsesprocent af plast (Eriksen et al., 2018) [også højere end eftersortering uden forudgående kildesortering? Er dette analyseret?] s. 28: En oparbejder af PET udtrykker bekymring for, om PET fra en restaffaldsstrøm vil kunne overholde EU reguleringen på grund af migration af problematiske stoffer ind i plasten. Der er dog ikke data der kan be- eller afkræfte dette (oparbejder af PET)
Generelt kartoner	s. 29: Generelt kan det genanvendte mad- og drikkekarton kun anvendes i ny produktion af fødevareemballage så længe det inderste materiale i emballagen, ikke er genanvendte fiber. (interview) [Samme uanset indsamlingsmetode]	

Sammenligning af **plast** fra eftersorteret restaffald og kildeindsamling

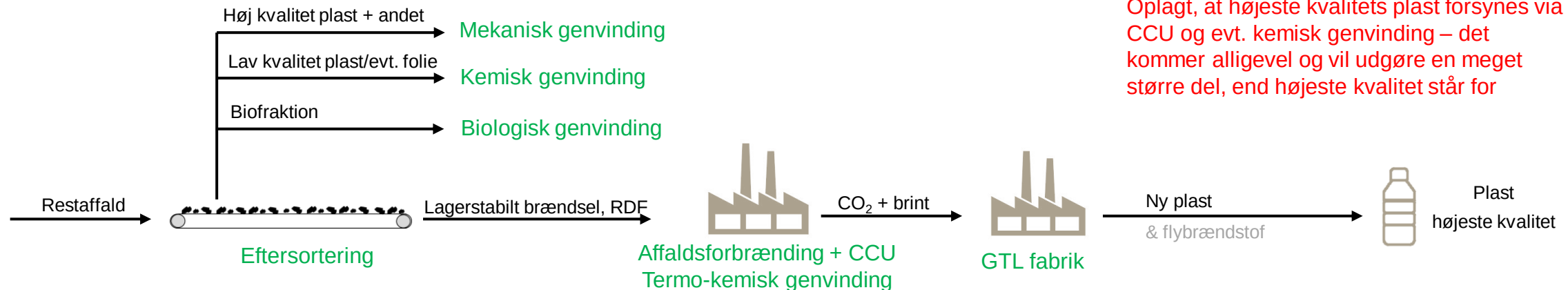
Kvalitetsparameter	Udsagn: Kvaliteten er ens	Udsagn: Kvaliteten er forskellig
'Renhed' generelt	s. 31: det udsorterede plast fra restaffald i Norge har samme renhed som det plast, der modtages fra "den gule spand" i Tyskland (oparbejder)	
Polymer-sammensætning	s. 31: Polymerrenhed ligger fra 95 % til knap 99 % afhængigt af polymer og er den samme uanset kildesortering eller sortering fra restaffald. Renheds-kravet fra DSD er 92 % og 94 % afhængig af plasttype (ProCES-Fyn, 2020) s. 30: ingen forskel på renheden af plast fra eftersortering af restaffald og fra kildesortering mht. polymersammensætning (Luijsterburg & Gossens, 2013)	
Molekylær forurening inkl. lugt	s. 32: Forurening fra organisk materiale betyder mindre i forhold til oparbejdningen (flere interviewede anlæg) s. 28: ingen forskel på molekylær forurening af plast fra eftersortering af restaffald og kildesorteret plast (Maaskant-Reilink et al., 2020) s. 32: plast fra eftersorteret restaffald lugter <u>anderledes</u> , men ikke mere/værre end plast fra kildesortering (Maaskant-Reilink et al., 2020) s. 30: ingen forskel på renheden af plast fra eftersortering af restaffald og fra kildesortering mht. molekylær forurening (Luijsterburg & Gossens, 2013) s. 22: Særsilt indsamling af andre affaldstyper (især madaffald, glas og farligt affald) betyder meget for renheden af plast og mad- og drikkekarton ved central udsortering fra restaffaldet, da meget organisk materiale i affaldet betyder øget lugt fra de udsorterede materialer (Miljødirektoratet, 2020).	s. 20 + s. 32: Større organisk forurening for plast udsorteret fra restaffald (Maaskant-Reilink et al., 2020 + sorteringsanlæg og oparbejdere) [OBS: umiddelbart efter indsamling - før videre behandling?] s. 32: I sidste ende vil plastmaterialet (fra restaffald) være af dårligere kvalitet (anlæg). [hvilket anlæg udtaler dette, og hvad ligger bag?] s. 20: Oparbejder-virksomhed udtrykker bekymring for stoffers adsorption til platen fra restaffald (Oparbejder-virksomhed) s. 32: plast forurenet med madaffald lugter mere, og det vil det endelige plastmateriale også gøre (oparbejdere).
Overfladerenhed/snavs	Mangler i rapporten: Svenske og norske undersøgelser viser, at platen er lige kontamineret (overfladeurenheder) desuagtet om det er eftersorteret fra restaffald eller kildesorteret: 1) 3D plast vaskes i BEGGE situationer i en simpel koldvandsvask for at være rent nok til videre forberedelse til genanvendelse, 2) 2D plast (folie) skal ligeledes BEGGE vaskes i en mere omfattende proces inden genbrug (ProCES-Fyn, 2020, Kilde: MEPEX 2020)	
Fysiske egenskaber (trækstyrke, MFI mm.)	s. 28: ingen forskel på fysiske/tekniske egenskaber af PP og HDPE fra eftersorteret restaffald og kildesorteret (Københavns kommune og Teknologisk, 2020)	

Mængder

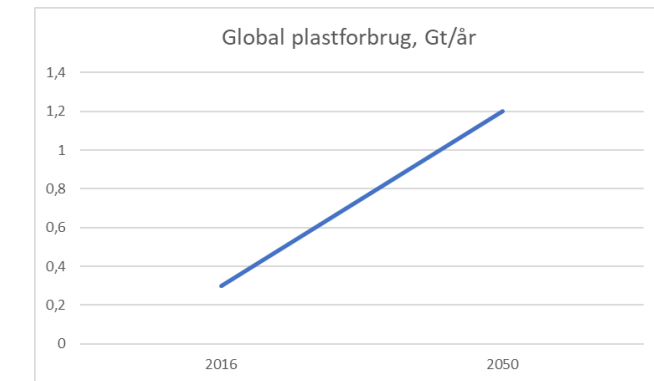
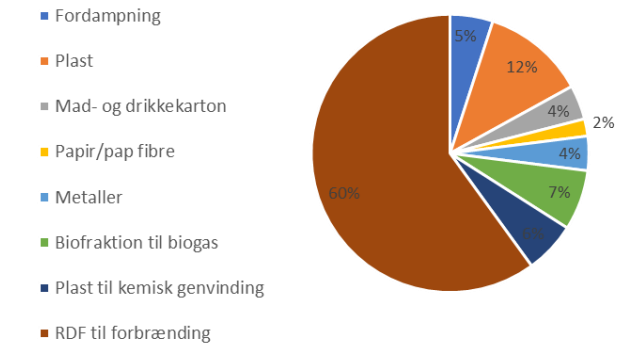
Plast	
Miljødirektoratet, 2020	s. 22: Der indsamles markant mere plast til genanvendelse ved restaffaldssortering, sammenlignet med kombineret og særskilt indsamling
Miljødirektoratet, 2020	s. 24: ROAF udsorterer 16,2 kg. plast pr. indbygger pr. år, mens IVAR udsorterer 25 kg. plast pr. indbygger. For ROAF er der bagvedliggende kildesortering, for IVAR er der ikke. Mængden af udsorteret plast ved husstanden opgjort til 4,5 kg. pr. indbygger pr. år. IVAR udsorterer 5 gange mere pr. indbygger end norsk kildesortering historisk.
ProCES-Fyn	s. 24: i udvalgte kommuner i Norge, hvor plast sorteres ud af restaffaldet på et centralt sorteringsanlæg, opnås en udsortering på 70,4 % af den samlede plastmængde. I andre kommuner i Norge, hvor platen alene sorteres af husstanden uden eftersortering af restaffaldet, opnås en udsortering på 19,4 % af plastpotentialet, mens man i Sverige, også med kildesortering og uden centralsortering af restaffald, opnår en udsortering på 12,7 % af platen => 3-4 gange mere udsorteret ved eftersortering af restaffald
Eriksen et al., 2018	s. 23: En supplerende udsortering af plast fra restaffaldet vil bidrage til en højere genanvendelsesprocent [er der sammenlignet med eftersortering af restaffaldet uden forudgående kildesortering for plast? Hvis ja – på hvilken måde er denne sammenligning foretaget?]
Eriksen & Astrup, 2019	s. 28: Ved at indføre indsamlingssystemer ved husstanden, der baserer sig på indsamling af plast fra fødevarer for sig, kan plastgenanvendelsen til nye fødevareemballager øges fra 0 % til 40-62 % [også muligt via fx water mark el.lign. på eftersorteringsanlæg? Hvad med risiko elementet – dvs. risiko for enkelte alvorlige tilfælde af farlige stoffer lagt i forkert spand – accepterer man lav sandsynlighed, eller skal der være en absolut barriere?]
Kartoner	
Van Velzen et al., 2013	s. 29: Drikkevarekartoner udsorteret fra restaffald giver 4 gange større mængde end kildesortering

Tværgående erkendelse og perspektivering

- ❑ Markedet og økonomien (og kravene til genanvendelse) afgør, hvor meget der kan oparbejdes og sælges til genanvendelse – ikke indsamlingsmetoden. Teknikken findes til at eftersortere og efterbehandle/raffinere plast i restaffald til genanvendelse. Marked og økonomi kommer til at afgøre fordeling mellem mekanisk og kemisk genvinding og CCU
- ❑ RDF fraktionen til forbrænding udgør over halvdelen af restaffaldet
- ❑ Plastpuljens vokser globalt en faktor 4 fra 2016 til 2050 (Ellen MacArthur Foundation, 2017)
- ❑ Eftersorterings rolle
 1. at nå genanvendelsesmål
 2. at understøtte kommende producentansvarsordning
 3. at være fordelercentral til mekanisk, biologisk, kemisk og termo-kemisk genvinding (CCU)
- ❑ Forbrænding m. CCU (PtX) til nafta og videre til jomfruelig plast:
 1. er lige om hjørnet pga. stærk konsensus om PtX strategi. Nafta til plast kommer automatisk som side-produkt til brændstof og i mere end rigelig skala
 2. lukker plastkredsløbet
 3. udgør en carbon sink og giver netto negativ CO₂ udledning
 4. fornyr plastpuljen og destruerer/forhindrer opkoncentrering af kontaminering i genbrugsplast
 5. holder plast indenlandsk og forhindrer dansk plast i at spredes



Output fra sortering af restaffald med forudgående kildesortering af madaffald, papir/pap og metal/glas



Oplagt, at højeste kvalitets plast forsynes via CCU og evt. kemisk genvinding – det kommer alligevel og vil udgøre en meget større del, end højeste kvalitet står for

Review of draft report

KVALITET AF PLAST SAMT MAD- OG DRIKKEKARTONER

Ciprian Cimpan

Industrial Ecology Programme, NTNU

<https://www.ntnu.edu/indecol/industrial-ecology-programme>

Webinar, COWI & Miljøstyrelsen

15. december 2020

Overview

Terms of reference:

"Miljøstyrelsen har imidlertid brug for yderligere **konsolideret, solid viden om kvalitet og genanvendelighed af plast og fødevarekartoner**, der udtages fra restaffaldet, med henblik på at etablere et vidensgrundlag for Miljøstyrelsens **faglige vurdering af, hvordan indsamling af plast og fødevarekartoner via udsortering af restaffaldet kan sammenholdes med særskilt/kombineret indsamling af disse.**"

"Hvad kvaliteten angår, er det vigtigt at se på, hvordan **mængden**, evt. **gensidig kontaminering fra andre affaldsfraktioner** og **kvaliteten af det udsorterede plast og fødevarekartoner** til genanvendelse påvirkes ved indsamlingsmetoden, herunder om der i forbindelse med udsortering fra restaffaldet er **data fra forsøg, fx i form af analyser af sorterede og processerede prøver fra eftersorteringsanlæg, eller nuværende indsamlingsordninger...**"

Draft report overview:

- Good definition of quality
- Includes all relevant steps in the supply chain
- Most relevant literature was captured
- Interviews cover well relevant industry

Main weaknesses:

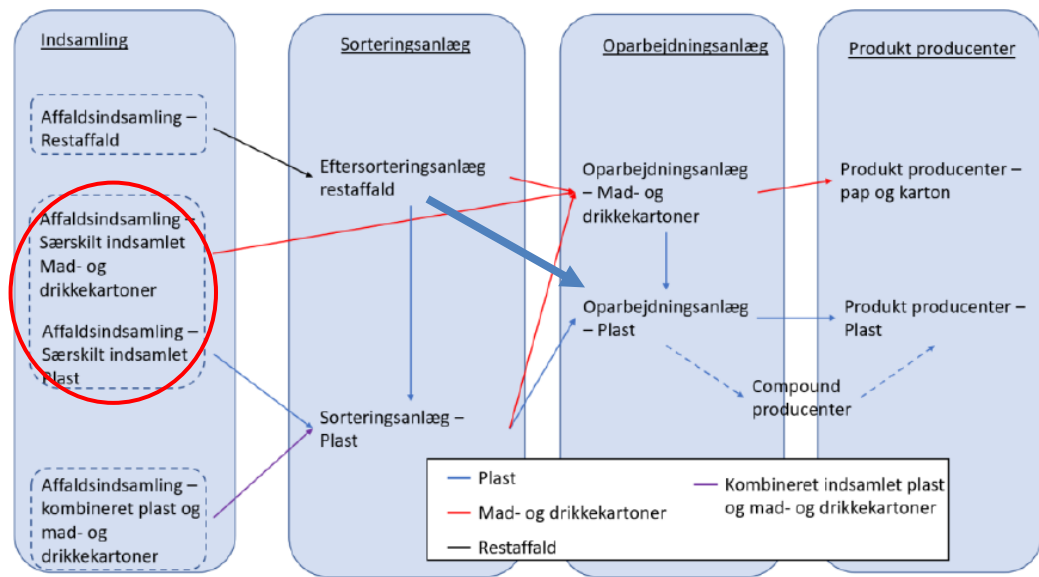
- Presentation and structure of results can be improved
- Literature sources are not well evaluated based on their contributions to the specific study scope
- Some conclusion points are not supported by data or a majority of interview answers

Recovery and subsequent management chains

- Mono-collection of plastics and food/ beverage cartons is rare as both represent relatively small fractions of MSW

Plastics-Metals-Drink cartons (PMD) is a proven combination across Europe for many years

- Post-sorting plants integrate fine-sorting (by polymer) and increasingly also reprocessing steps



Sammensætning af indsamlingssystemer

What are the important differences here?

- documented capture rates
- differences in composition or contamination, if they affect the efficiency of later sorting and reprocessing, or the quality of final recyclates

e.g. the presence of more/less organics at this stage may be irrelevant to later processes; all streams are compressed during collection, is this relevant?

Effektiviteten af udsortering på centrale anlæg

Does the origin of plastics and cartons?

- result in different sorting efficiencies for different polymers, cartons
- result in purity and contamination differences for sorted outputs, and does this affect reprocessing or the quality of final recyclates
- result in differences with regard to marketing of outputs

Anvendelsen af de udsorterede materialer

Does the origin of plastics and cartons?

- result in different reprocessing efficiencies
- result in differences with regard to marketing and uptake of recyclates in new products

In this section the report elaborates on typical applications for recycle and rules regarding food contact plastics, but does not clarify if there are differences based on origin.

Renhed og mængder

This section contains elements that would better support the other three sections

Mangler i vidensgrundlag og begrænsninger

Subjective/interest-vested outputs of different actors are to an extent mitigated by including different points in the supply chain. I fully agree that a bit more time should have been available to validate different literature sources and interviews.

The PET clarification is irrelevant as PET bottles are in the regional context part of Return Systems, which ensures the possibility of closed loop recycling.

Final observation:

Which outputs are produced, and their quality (in sorting and reprocessing) is foremost influenced not by technology limits but by cost margins, markets, and other financial incentives/burdens. A consistent higher demand for high quality recycled content will induce supply of this by the secondary sector (no matter the origin). The role of policy is to ensure a functioning market for secondary materials.

Is policy focused on the right leverage points?

“A key driver in the implementation of plant operation improvements associated with material quality is where the plant operator can realise the benefits of additional income from either improving the quality of a grade of material or separating materials into additional grades, and that income outweighs the investment cost of making those changes. In addition, the scale of sorting operations is a key varying factor between sorting plants, with plants at a larger scale having a better economic case for sorting more specific fractions (e.g. white/opaque HDPE). ”

“Market forces are the primary driver of output qualities from plastic reprocessors.”

Kommentarer til rapportudkast ”KVALITET AF PLAST SAMT MAD- OG DRIKKEKARTONER” (COWI)

Anders Damgaard, Seniorforsker, DTU Miljø

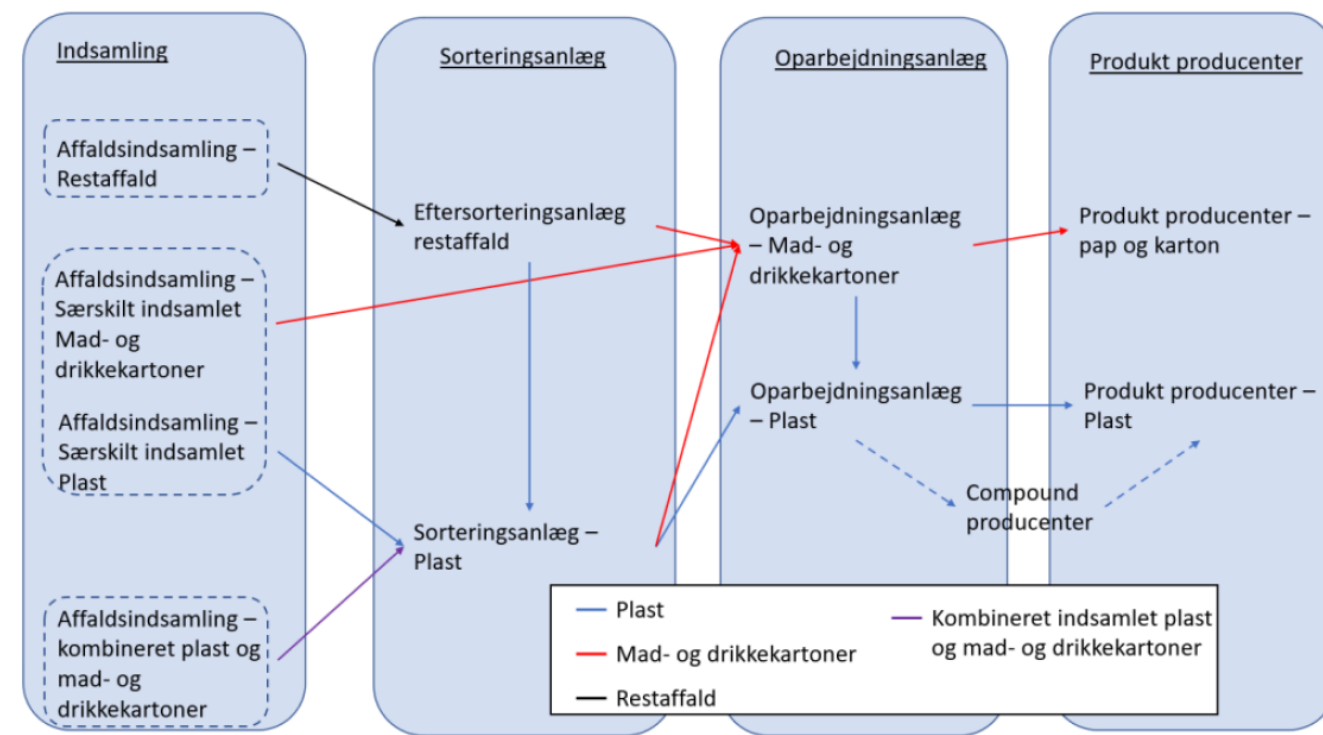
Thomas Fruergaard Astrup, Professor, DTU Miljø

Generelt om rapporten

- ▶ Rapporten afspejler på rimelig vis den nuværende viden på området, og underbygger at der helt basalt mangler kvalitetsdata og viden om processer, kvalitet og massestrømme.
- ▶ Rapporten afspejler samme situation og vidensniveau som projekt fra Rambøll sidste år.
- ▶ Rapporten illustrerer problemet med, at de fleste studier enten kigger på mængder eller kvalitet, og at der sjældent gives konsistente data for begge aspekter på samme tid.
- ▶ Rapporten påviser, at der er store forskelle i udsorteringsgrader, hvilket igen kan kobles til forskelle i kvalitet af de udsorterede mængder.
- ▶

Massestrømme og tab

- Figuren viser ikke tab i de tre processer: "sorteringsanlæg", "oparbejdningsanlæg", og "produkt producenter"
- Slutkvalitet og tabsmængder hænger uløseligt sammen
- Figuren viser ikke forbindelsen mellem slutkvalitet og substituerede materiale- og produkttyper



Figur 1

Affaldets vej fra indsamling til nye produkter. De enkelte anlæg kan i praksis udføre et eller flere af disse trin i deres proces. De stiplede firkanter til venstre indikerer de tre scenarier for indsamling, der beskrives i denne rapport.

Plastikaffald er ikke bare plastik!



Plastaffald og re-processeret plast fra affald er mere forurennet end tilsvarende nyt plast

Fysiske forureninger:

- Ikke-plastmaterialer (fejlsorteringer)
- Ikke-plastmaterialer (uadskilleligt)
- Uønskede plasttyper

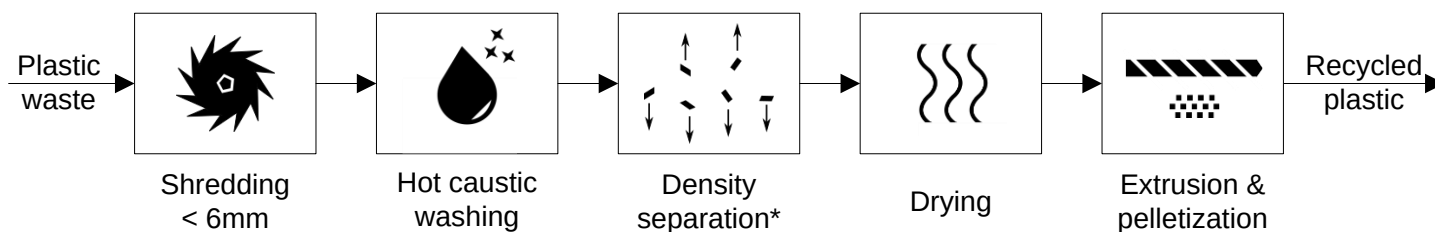
Kemiske forureninger:

- Kemiske tilsætningsstoffer
- "Ikke-bevidst" tilførte stoffer via brug eller affaldsfasen

Materialeegenskaber:

- Heterogenitet
- Processerbarhed
- Mekaniske egenskaber

Hvad skal der til for at sikre høj kvalitet i genanvendelsen?



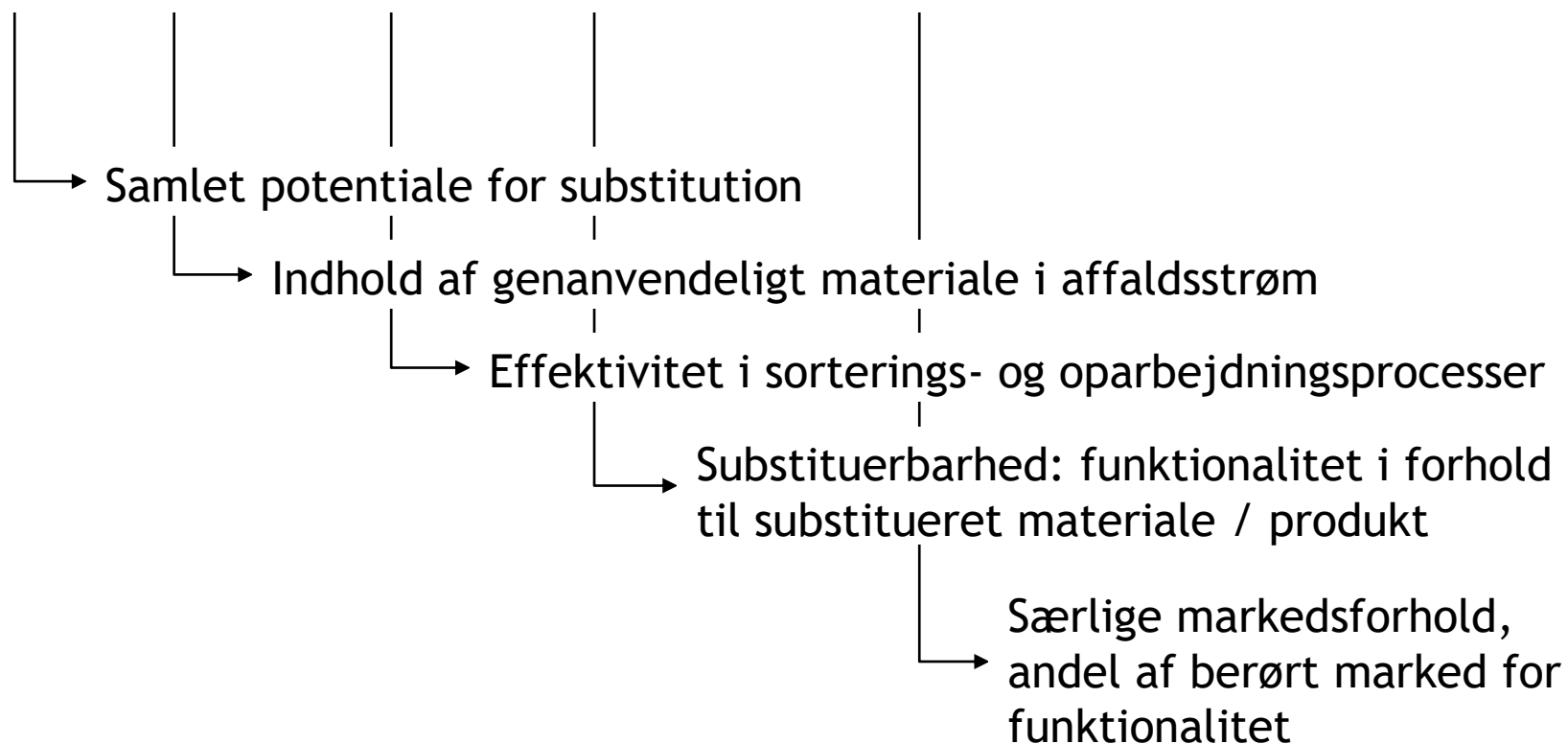
Materiallegenskaber
Ressourcekvalitet
Forureningselementer
Proceseffektiviteter
Sidestrømme
Ressourceforbrug
Hjælpstoffer
Emissioner



...

Hvad er substitutionspotentialet (γ) reelt?

$$\gamma = U^{rec} \cdot \eta^{rec} \cdot \alpha^{rec:disp} \cdot \pi^{disp}$$



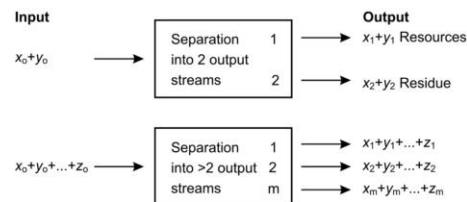
Vi er nødt til at tale om både “mængder” og “renhed”

328 Solid Waste Technology & Management

Box 7.1.2 Definition of Recovery, Purity, and Efficiency of Separation Processes.

Separation of a single waste stream by mechanical treatment results in two or more output streams. For example, the separation of ferrous metal using a magnetic separator creates two output streams, whereas a screening process using many screening surfaces may create multiple output streams. A schematic representation of the two types of separations is shown below. Here we term the outputs as output streams, but if only two output streams are available, terms such as recoverables, resources or extract are often used for the valuable output stream while the other output stream is called the reject or residue. For a matter of simplification, we first describe a separation with only two output streams.

The input stream is here comprised of two mixed materials (in units mass, volume, mass/hour or volume/hour) x_0 and y_0 . After separation, two output streams are created: the recoverables or the resource product $x_1 + y_1$ and the remaining fraction $x_2 + y_2$, which still contains some recyclable material and may be processed further. If the separation was ideal, one output stream would contain only x and the other only y .



The performance of the separation can be determined by the *Recovery* (R_m), which is the mass extraction ratio. The recovery identifies which share of the input material the separation process extracts. Generally the term recovery is defined for the recyclable output stream and is expressed as:

$$R(x_1) = 100 x_1 / x_0 [\%] \quad (1)$$

Considering the mass balance $x_0 = x_1 + x_2$, the recovery can be expressed also as

$$R(x_1) = 100(x_0 - x_2) / (x_1 + x_2) [\%] \quad (2)$$

However, it is insufficient to characterize the separation solely by the recovery. If the separating equipment were to be set to $x_2 = y_2 = 0$, then the entire input would also be the output. The calculated recovery would be 100 %, even though the desired separation had not been achieved. Thus the *Purity* (P_m) is introduced taking into consideration the impurity y_1 in the recyclable product:

$$P(x_1) = 100 x_1 / (x_1 + y_1) [\%] \quad (3)$$

Usually, it is necessary to use both the recovery and the purity for a complete and accurate description of the performance of the separation into two output streams. The use of *Efficiency* (E_m) is an attempt to develop a single-valued function for describing the performance of a separation unit. Two different expressions for efficiency have been developed. Rietema (1981) defined separation efficiency in terms of the fraction of the input streams:

$$E(x_1) = 100[(x_1/x_0) - (y_1/y_0)] (\%) \quad (4)$$

$$R(x_1) = x_1 / x_0$$

$$P(x_1) = x_1 / (x_1 + y_1)$$

$$E(x_1) = x_1 / x_0 - y_1 / y_0$$

- Data for ”kvalitet” og ”renhed” kan ikke adskilles fra ”mængder”
- Ikke-sammenlignelige data anvendes på tværs af kilder og undersøgelser
- Data er ikke tilstrækkeligt dokumenterede, og ledsages ikke af konsistente massebalancer

Kvalitet og reel markedsfortrængning

- Anvendelse af oparbejdede materialer til nye produkter

- ▶ 4.2.2. nævner at anlæggene producerer renheder alt efter markedet.
 - ▶ Her bør det medtænkes at sortering til lavere kvaliteter (downcycling) ikke medfører øget cirkularitet, men lige så vel kan lede til ekstra forbrug. Herved opnås ikke den ønskede ressourcegevinst.
 - ▶ Hvis "mixed plast" fraktionen tilbydes med medbetaling kan dette evt. lede til uheldig eksport ud af EU.
- ▶ Hvordan påvirkes markederne for lavkvalitetsplast, når alle EU lande øger deres udsorteringen af plast for at efterleve EU krav?
 - ▶ Markedsmætning?
 - ▶ Øget eksport til tredjeverdenslande?
- ▶ Kemiske genanvendelse medfører (også) betydelige tab med begrænset reel genanvendelse til følge - afhænger af plastkvaliteten, indhold af forureningselementer, mv.

Mad- og Drikkekartoner

- Yderligere overvejelser

- ▶ Plastfraktionen forudsættes sendt til oparbejdning og genanvendelse. Dette er næppe korrekt: baseret på interviews og eksisterende litteratur bliver langt størstedelen formentlig energiudnyttet.
- ▶ Hvordan håndteres aluminiumsfraktionen i fødevarekartoner?
- ▶ Kartoner bruges generelt til fødevarer, sammenblanding med evt. kemikalierester i restaffaldet (nævnes i rapporten i forhold til plast, s.9)
- ▶ Mangler dokumentation for den miljømæssige gevinst ved udsortering og genanvendelse af fraktionen (store tab i sorterings- og oparbejdningsprocesser).

Øvrige aspekter

- ▶ Uanset tekniske muligheder for udsortering af plastfraktioner, bør det anerkendes, at visse polymertyper ikke er egnede eller ønsket i genanvendelsen.
- ▶ Produktdesign, materialevalg m.v. ændres over tid.
- ▶ Jo større sammenblanding, jo lavere ressourcemæssig kvalitet (termodynamisk naturlov)
- ▶ Plastaffald fra husholdningsaffald er dokumenterbart mere beskidt end andet.
- ▶ Erfaringer fra bl.a. Belgien, Holland, USA, m.fl. indikerer problemer med kvaliteten af plast udsorteret til genanvendelse fra blandede (rest)fraktioner

Kvalitet af plast samt mad- og drikkekartoner

Projektet, der er gennemført af COWI, har haft til formål at etablere et konsolideret overblik over den eksisterende viden om kvaliteten af plast samt mad- og drikkekartoner indsamlet fra private husstande. Fokus har været på teknisk viden om kvaliteten af plast samt mad- og drikkekartoner ved indsamling fra private husstande ved særskilt indsamling, kombineret indsamling eller indsamling via restaffaldet med efterfølgende udsortering herfra.

Data til projektet er indsamlet via litteratursøgning af peer-reviewed litteratur såvel som ikke peer-reviewede rapporter, via interviews med mere end 20 aktører på området, samt via en workshop med deltagelse af aktører inden for feltet.

Hensigten med projektet er at give læseren mulighed for at orientere sig i den tilgængelige viden samt opridse de overordnede resultater på området inden for fire fokusområder: Sammensætning af indsamlingssystem og øvrige indsamlingssystemer ved husstanden, effektiviteten og kvaliteten af udsorteringen på anlæg til forsortering af enten blandet plast og mad- og drikkekarton eller restaffald alene, muligheden for at anvende de udsorterede og oparbejdede materialer til nye produkter samt den generelle renhed af materialet og mængden der kan anvendes til nye produkter.

For at sikre dialog og åbenhed om projektet har aktører og interessenter været inddraget i projektet via en workshop. Bilag til hovedrapporten redegør detaljeret for den anvendte metode, resultatet af litteratursøgningen og anvendte dokumenter.



Miljøstyrelsen
Tolderlundsvej 5
5000 Odense C

www.mst.dk