
INDSAMLING OG GENANVENDELSE AF

MAD- OG DRIKKEKARTONER

ET BESLUTNINGSGRUNDLAG TIL ETABLERINGEN AF
INDSAMLINGEN AF MAD- OG DRIKKEKARTONER I EN-FAMILI-
ESBOLIGER I DANMARK.

RUC Roskilde Universitet



ABSTRACT

In 2020, the Danish government decided that all Danish municipalities must collect ten waste fractions from the households, with a deadline of July the 1st, 2021. One of the fractions that must be collected is *used beverage cartons* that have not been collected before. However, as there is no Danish knowledge about the fraction, problems may arise for the Danish municipalities, which means that the fraction cannot be collected from July the 1st, 2021.

Therefore, in this thesis, a decision basis has been prepared for the implementation of the waste fraction in the Danish municipalities. The decision basis is based on three general parameters; environmental impact, implementation, and economic impact, as well as two success parameters; market security and actual recycling. The parameters are determined based on a scenario analysis, in which four different collection scenarios are examined. The scenarios revolve around the collection of used beverage cartons as a separate fraction, combined collection with plastic waste, combined collection with plastic and metal waste, and collection with cardboard waste. In addition, a material flow analysis will be performed, which will make it possible to examine the various processes behind the fraction when it is to be collected and recycled.

TITELBLAD

Afhandlingens titel: Indsamling og genanvendelse af mad- og drikkekartoner

Afhandlingens undertitel: Et beslutningsgrundlag til etableringen af indsamlingen af mad- og drikkekartoner i en-familieboliger Danmark

Engelsk titel: Collection and recycling of used beverage cartons

Engelsk undertitel: A basis for decision of the collection of used beverage cartons in Denmark

Roskilde Universitet

TekSam (Miljøplanlægning) - 4. kandidatmodul (K4E): Eksperimentelt speciale

Udarbejdet af:

Kristoffer Brix Larsen (61076)

Matias Wolder Steenberg (60852)

Under vejledning af:

Lektor Tyge Kjær

Adjunkt Tobias Pape Thomsen

Gruppenummer: SK10002

Afleveringsdato: 02.04.2021

Antal tegn, inkl. figurer: 218.630

Fotografierne anvendt i afhandlingen, er eget produceret materiale.

Speciel tak til:

Camilla Jonassen (Solrød Kommune), Cecilia Linder (Fiskeby Board), Christian Hündgen (Hündgen Entsorgung), Henning Jørgensen (NIRAS), Karina Zawadzka (SIG Combibloc), Lasse Møller (Solrød Kommune), Lene Madsen (ARGO), Lina Bergström (ACE), Marie Førby (Miljøstyrelsen), Michael Brandl (EXTR:ACT), Michael Kristensen (Danish Recycling Technology and Solutions), Nana Simonsen (Skjern Paper), Peter Görnitz (SONOCO), Peter Hedin (SIG Combibloc), Stephanie Zanders (Papierfabrik Niederauer Mühle) samt Elopak, Herning Kommune og Københavns Kommune

BEGREBSAFKLARING

MDK: Mad- og drikkekartoner som overordnet begreb for fraktionen og dens indhold

Særskilt indsamling: Indsamling hvor en specifik fraktion indsamles uden sammenblanding med andre fraktioner.

Kombineret indsamling: Indsamling hvor en specifik fraktion indsamles sammenblandet med andre fraktioner.

Kildesortering: Affaldssortering der foregår dér hvor affaldet produceres. Eksempelvis kildesorteres husholdningsaffald ved de enkelte husstande.

Tømmefrekvens: Tidsperioden mellem to tømninger af en affaldsbeholder.

Fyldningsgrad: Den procentmæssige fyldning af en affaldsbeholder ved tømning.

Indsamlingsscenarier: Undersøgelsens forskellige udgangspunkt for forskellige indsamlingsordninger.

Forbehandlingsanlæg: Et anlæg hvor affald forbehandles, inden det afsættes til sortering eller genanvendelse. Forbehandlingen kan bl.a. omfatte omlæsning af affald, for at sikre en højere samlet mængde, der efterfølgende afsættes. Her bliver affald komprimeret (ballet) inden afsætning.

Omlastning: Når affald afleveres på et forbehandlingsanlæg og efterfølgende afhentes af aftageren.

Sorteringsanlæg: Et anlæg hvor det forbehandlede affald sorteres i rene fraktioner, og hvor eventuelle fejlkilder fjernes, inden fraktionerne afsættes til genanvendelse.

Oparbejdningsanlæg: Et anlæg hvor de rene fraktioners materialer oparbejdes med henblik på genanvendelse.

Fiberoparbejdningsanlæg: Eksempelvis en papirmølle, der oparbejder kartonfibre med henblik på produktion af nye kartonbaserede produkter.

Rejekt: De dele af affaldet som ikke kan genanvendes, og som udgår gennem processerne på forbehandlings-, sorterings- og/eller oparbejdningsanlæggene.

Reel genanvendelse: "Den mængde sorteret affald, som uden yderligere forberedende foranstaltninger, bringes ind i den oparbejdningsproces, hvor affaldet konkret omdannes til produkter, materialer eller stoffer. Bilag 8 indeholder en ikke-udtømmende liste over konkrete beregningspunkter for genanvendelse af forskellige affaldsmaterialer" - jf. affaldsbekendtgørelsens kapitel 2 §3 stk. 39 (Miljøministeriet, 2020b)

INDHOLDSFORTEGNELSE

Abstract	_____	
Titelblad	_____	
Begrebsafklaring	_____	
Indholdsfortegnelse	_____	
1. Baggrund og formål	_____	
1.1 Indledning	_____	1
1.2 Problemformulering	_____	3
1.3 Arbejdsspørgsmål	_____	3
1.4 Afgrænsning	_____	3
1.5 Undersøgelsens fremgangsmåde	_____	4
2. Introduktion til fraktionen	_____	5
2.1 Definition af mad- og drikkekartoner	_____	6
2.2 Udfordringer for recirkulering	_____	7
3. Dataindsamlings- og analysemetoder	_____	9
3.1 Vurderings- og succesparametre	_____	10
3.2 Metode til estimering af reel genanvendelse	_____	11
3.3 Systemafgrænsning	_____	12
3.4 Datagrundlag til estimeringen af genanvendelsen	_____	13
3.5 Sorteringsforsøg	_____	13
3.6 Kvalitativ dataindsamling	_____	16
3.7 Fejlkilder og følsomhedsvurdering	_____	17
4. Fraktionen i dansk perspektiv	_____	19
4.1 Forsyningen I Danmark	_____	20
4.2 Danske erfaringer med indsamlingen	_____	21
4.3 Erfaringer fra andre europæiske lande	_____	23
4.4 Rammebetingelser for den danske indsamling	_____	24
4.5 Opsummering	_____	26
5. Indsamling og identificering af kvalitet	_____	27
5.1 Indsamling af fraktionen i Solrød Kommune	_____	28

5.2 beregning af indsamlingspotentiale	30
5.3 Identificering af en mulig indsamlingsprocent	30
5.4 Identificering af produkter	32
5.5 Undersøgelse af kontaminering	34
5.6 Affaldsbeholdere og tømmefrekvens	36
5.7 Nøgleudfordringer og potentialer for øget cirkularitet	38
6. Håndtering af fraktionen	39
6.1 Forbehandling og sortering	40
6.2 Oparbejdningsprocessen	43
6.3 Udfordringer for genanvendelse	47
7. Undersøgelse og vurdering og indsamlingsscenarier	48
7.1 Indsamlingsscenarie 1 - Særskilt indsamling	50
7.2 Indsamlingsscenarie 2 - Kombineret med plast	57
7.3 Indsamlingsscenarie 3 - Kombineret med plast- og metalaffald	63
7.4 Indsamlingsscenarie 4 - Kombineret med pap	70
7.5 Sammenligning af indsamlingsscenarierne	76
8. Diskussion	83
8.1 Diskussion af undersøgelsens resultater	84
8.2 Kritik af planlægningsprocessen	86
8.3 Udfordringer for øget cirkularitet	87
9. Konklusion	88
Bibliografi	88

BAGGRUND OG FORMÅL

KAPITEL 1



1.1 INDLEDNING

Da den danske regering præsenterede *Klimaplan[en] for en grøn affaldssektor og cirkulær økonomi* den 16. juni 2020 (Regeringen, 2020), skete der et opbrud med den danske affaldsplanlægning. Førhen har de danske kommuner udarbejdet deres egne affaldsplaner, hvor de forskellige affaldsfraktioner hovedsageligt er valgt ud fra kommunernes egne kriterier. Gennem Klimaplanen er det blevet vedtaget, at affaldssektoren skal strømlines, hvilket betyder, at der skal indsamles ti affaldsfraktioner ved alle danske husstande, der dermed medfører, at den tidligere kommunale affaldsplanlægning skal omlægges, så denne passer til Regeringens Klimaplan. De ti affaldsfraktioner, som skal indsamles ved alle danske husstande, omhandler; mad-, plast-, pap-, papir-, glas-, metal- og restaffald, samt farligt affald, tekstiler og MDK (mad- og drikkekartoner, red.). Alle fraktionerne, bortset fra tekstilaffaldet, skal være implementeret i kommunernes affaldshåndteringsplaner og regulativer inden 1. juli 2021 (Ibid.).

Klimaplanen er et led i den grønne omstilling, der har udgangspunkt i den europæiske handlingsplan for cirkulær økonomi (EU, 2015). Den europæiske handlingsplan er en juridisk ramme for de europæiske lande, så der fremover sættes fokus på ressourceeffektivitet, ecodesign, produktion, fremmelse af cirkulære forretningsmodeller m.m., når landene fremover udarbejder planer og politikker. Specielt for affaldsområdet udmøntes handlingsplanen konkret i flere forskellige direktiver, hvortil emballagedirektivet (EU, 2018a) og det reviderede affaldsrammedirektiv (EU, 2018b) sætter konkrete krav til affaldsindsamlingen, som EU's medlemslande skal leve op til. For affaldsrammedirektivet er det gældende, at 55% af alt husholdningsaffald skal genanvendes i 2025, hvortil emballagedirektivet sætter specifikke målsætninger for emballageaffald - her skal 65% af alt emballageaffald kunne genanvendes i 2025 (EU, 2018a).

Implementeringen af EU's handlingsplan har i Danmark lagt til grund for udarbejdelsen af flere lovgivninger og politikker. Her kan Regeringens *Handlingsplan for cirkulær økonomi* (Miljøministeriet, 2020a) nævnes, som den danske forankring af EU's handlingsplan. Regeringens handlingsplan er på nuværende tidspunkt i offentlig høring, og er derfor ikke endeligt vedtaget. Med udgangspunkt i høringsudkastet kan det nævnes, at handlingsplanen vil være en plan for forebyggelse og håndtering af affald mellem år 2020 og 2032. Handlingsplanen vil erstatte den foregående nationale affaldsplan, *Danmark uden affald*, der har fungeret mellem år 2013-2018 (Regeringen, 2013). Dermed må det antages, at handlingsplanen er to år forsinket. Forud for handlingsplanen, vedtog Regeringen samt flere aftalepartnere den førnævnte *Klimaplan for en grøn affaldssektor og cirkulær økonomi* (Regeringen, 2020), der er et led i affaldsforebyggelsen og håndteringen. Her bliver der sat konkrete krav til de danske kommuner om, at der skal indsamles ti forskellige affaldsfraktioner ved de danske husstande. Dertil stilles der krav om, at der maksimalt må placeres to til fire affaldsbeholdere ved husstandene, da dette vil kunne lette arbejdsforholdene for renovationsmedarbejderne. Med den nye affaldsplan, sættes der derfor store krav til kommunerne, da dette er et led i strømliningen af affaldssektoren. Her skal det forstås, at den nationale

affaldsplan sætter krav til for de kommunale affaldshåndteringsplaner, der ikke må stride imod den nationale, hvorfor kommunerne ikke kan fravælge sorteringen af de ti fraktioner (Ibid.).

Når de danske kommuner skal implementere Regeringens Klimaplan, udarbejder kommunen en affaldshåndteringsplan, der fastsætter den lokale forankring af Regeringens plan. Ud fra dette, udarbejder kommunerne affaldsregulativer, der sætter konkrete krav til indsamlings- og anvisningsordningerne for indsamlingen af affald i kommunen. Hertil skal de kommunale affaldshåndteringsplaner beskrive hvilken forventet mængde af affald, der findes i kommunen, samt hvordan denne forventes at blive indsamlet og behandlet. Kommunerne skal desuden sikre sig, at det indsamlede affald lever op til genanvendelseskravene, der som nævnt betyder, at 55% af det indsamlede affald skal kunne genanvendes i 2025 (EU, 2018b). Derfor skal der udarbejdes aftaler med aftagerne af affaldet, for på denne måde at sikre genanvendelsesmulighederne og afsætningsikkerheden. Dermed er det kommunernes ansvar, at Regeringens affaldsplaner, der har afsæt i EU's handlingsplan for cirkulær økonomi, bliver udført i praksis.

Efter den politiske vedtagelse af den nationale affaldsplan, er affaldsbekendtgørelsen (Miljøministeriet, 2020b) udarbejdet, som den juridiske ramme kommunerne skal arbejde ud fra. Men ved denne juridiske ramme, er der ikke fastsat konkrete målsætninger for de enkelte fraktioner, da der kun sættes kravet om at "*... kommunalbestyrelsen skal sikre en høj reel genanvendelse*" (Ibid.), hvilket hverken afspejler europæiske eller nationale målsætninger. Specielt for den nye fraktion, MDK, forefindes der ikke målsætninger for indsamlingen eller genanvendelsen, hverken nationalt eller europæisk. Dertil er det danske erfaringsniveau med fraktionen lavt, da denne ikke er forsøgt indsamlet før, andet end ved enkeltstående kommunale indsamlingsforsøg (Malmgren-Hansen et al., 2018). Når der ikke er målsætninger til indsamlingen og genanvendelsen af fraktionen, samt ganske få erfaringer med indsamlingen, kan det derfor være problematisk for de danske kommuner at etablere en indsamlingsordning for fraktionen.

I denne afhandling vil der derfor foretages en undersøgelse af, hvordan de danske kommuner kan indsamle - og efterfølgende sikre genanvendelsen - af MDK-fraktionen. Der opstilles derfor fire indsamlingsscenarier, der indeholder indsamlingen af fraktionen særskilt, kombineret med plastaffald, kombineret med plast- og metalaffald samt indsamling kombineret med papaffald. Scenarierne bruges til undersøgelse af hvordan de forskellige indsamlingsmuligheder kan implementeres i de kommunale affaldshåndteringsplaner.

Grundet manglende viden om indsamlingen og genanvendelsen af fraktionen i et dansk perspektiv, vil denne afhandling opstille et beslutningsgrundlag for de danske kommuner, med henblik på valg af indsamlingsordning, for dermed at opnå en høj reel genanvendelse af fraktionen.

1.2 PROBLEMFORMULERING

Hvordan kan der udarbejdes et beslutningsgrundlag for de danske kommuner således, at mad- og drikkekartoner kan indsamles og vurderes, med henblik på at opnå en høj reel genanvendelse af fraktionen?

1.3 ARBEJDSSPØRGSMÅL

- *Hvilke rammebetingelser og erfaringer er der for indsamlingen af MDK i et dansk perspektiv?*
- *Hvilke potentialer og barrierer kan identificeres i indsamlingen af fraktionen, med henblik på mængder og kvalitet?*
- *Hvordan håndteres MDK i affaldssystemet, og hvilke udfordringer er der med henblik på at opnå en høj reel genanvendelse af fraktionen?*
- *Hvordan kan fraktionen implementeres i de danske kommuners affaldshåndteringsplaner, og hvilke påvirkninger medfører indsamlingen?*
- *Hvordan kan indsamlingen vurderes, og hvilke succeskriterier er nødvendige at opfylde for at sikre en succesfuld indsamling af fraktionen?*

1.4 AFGRÆNSNING

Undersøgelsen vil ikke foregå som en fremskrivning, der har til formål at forudsige den fremtidige udvikling af fraktionen, eksempelvis teknologi, markedsvilkår eller økonomi (Jantsch, 1967). Derimod vil scenarierne kunne bruges som et potentielt fremtidsscenario for indsamlingen af fraktionen. Ud fra indsamlet empirisk data, vil der derfor simuleres hvordan affaldshåndteringen kan forventes at se ud. Der vil derfor ikke tages udgangspunkt i teknologisk udvikling eller fremtidig regulering, der potentielt kan påvirke den fremtidige håndtering.

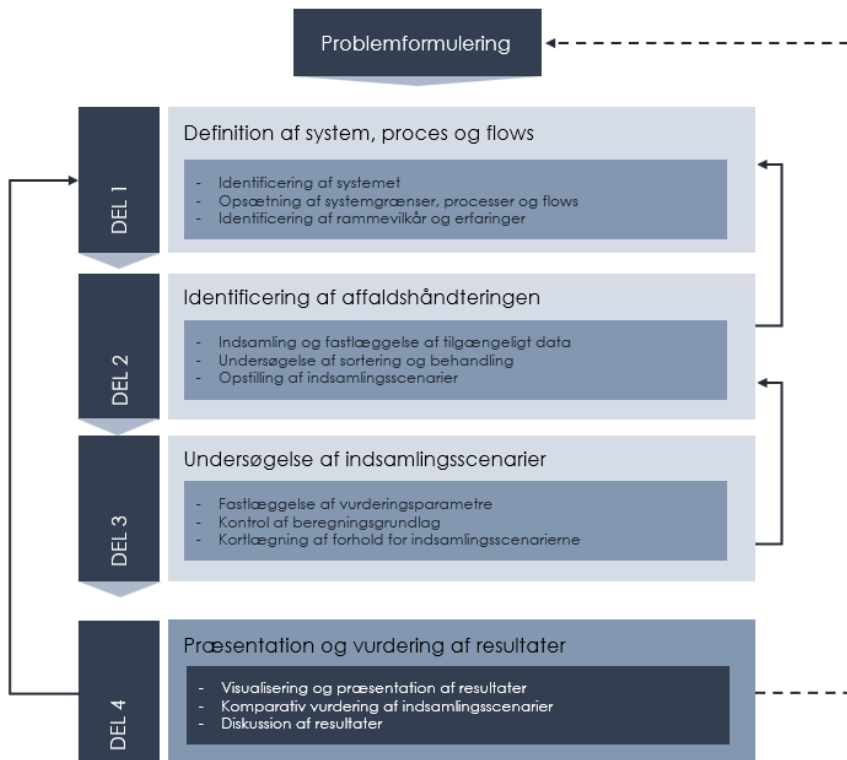
I denne undersøgelse tages der udelukkende udgangspunkt i indsamlingen af MDK fra henteordninger ved en-familieboliger. Dermed vil fraktionen kun undersøges i perspektiv til husholdninger i en-familieboliger, med henblik på mulige indsamlingsscenarier i de danske kommuner, og dermed ikke erhverv der potentielt også kan indeholde større mængder af fraktionen. Indsamlingsscenarierne er udvalgt på baggrund af erfaringer fra andre europæiske indsamlinger, samt de pågældende rammer i affaldsbekendtgørelsen. Dette begrundes valget af den særskilte indsamling, samt de kombinerede indsamlinger med henholdsvis plastaffald, plast- og metalaffald samt papaffald.

Med udgangspunktet i henteordninger ved en-familieboliger, vil der derfor ikke blive undersøgt affald indsamlet ved fælles affaldsområder, der eksempelvis findes ved etageboliger, række- og sommerhuse. Undersøgelsen tager udgangspunkt i affaldshåndteringen af MDK, og derfor vil andre affaldsfraktioner ikke blive beskrevet eller kortlagt. Undersøgelsen vil inddrage perspektiver fra aktører på tværs af værdikæden, mens det undersøgte system kun tager udgangspunkt i affaldshåndteringen. Der vil i næste kapitel præsenteres en konkret systemafgrænsning for den undersøgte proces.

1.5 UNDERSØGELSENS FREMGANGSMÅDE

Formålet med undersøgelsen vil være at afdække hvilket beslutningsgrundlag der skal til, for at de danske kommuner kan indsamle MDK, med henblik på at opnå en høj reel genanvendelse. Derfor vil der opstilles en systemafgrænsning, der fastsætter rammerne for undersøgelsen, hvortil systemet identificeres. Herefter undersøges de opstillede indsamlingsscenarier, der efterfølgende vurderes og sammenlignes, hvorefter resultaterne af undersøgelsen præsenteres og diskuteres.

Fremgangsmåden har udspring i en iterativ proces, hvor resultater og datagrundlag løbende revideres gennem undersøgelsen (Brunner & Rechberger, 2017). Fremgangsmåden er struktureret således, at der opstilles tre forskellige dele; hver del indeholder som minimum ét af undersøgelsens arbejds spørgsmål, der hver bidrager til besvarelse af problemformuleringen. Nedenstående figur 1 præsenterer undersøgelsens fremgangsmåde med opstillede inddelinger og arbejds spørgsmål.



Fremgangsmåde

Figur 1. Undersøgelsens fremgangsmåde visualiseret som en iterativ proces. Udarbejdet med inspiration fra (Brunner & Rechberg, 2017).

INTRODUKTION TIL FRAKTIONEN

KAPITEL 2



Da denne afhandling omhandler undersøgelsen af en ny affaldsfraktion, er der behov for at skabe en forståelse for indholdet af fraktionen. Her er det især vigtigt at skabe en forståelse for de tekniske specifikationer, såsom materialesammensætningen. Dertil er det ligeledes vigtigt at skabe en forståelse for den teoretisk ramme, der ligger bag implementeringen af en ny affaldsfraktion, hvor der sættes krav til, at fraktionen skal indsamles med henblik på genanvendelse. Nedenstående kapitel vil derfor både beskrive MDK-fraktionen i et teknisk perspektiv, samt forklare, hvilken teoretisk rammesætning, der ligger bag implementeringen af fraktionen.

2.1 DEFINITION AF MAD- OG DRISKEKARTONER

Fraktionen mad- og drikkekarton defineres i affaldsbekendtgørelsen som: *“emballagekarton der har indeholdt fødevarer, f.eks. mælkekarton, juicekarton og karton til flåede tomater”* (Miljøministeriet, 2020b). Kartonene er primært bestående af karton, polymerer og aluminium, og defineres derfor som en kompositemballage, der jf. emballagedirektivet skal være øget fokus på i affaldshåndteringen (EU, 2018a).

Miljøministeriets sorteringsvejledning beskriver MDK som: *“kartonemballage der også indeholder andre materialetyper såsom plast og/eller metal”* - og henviser direkte til mælke-, juice- og fødevarerkartoner (Miljøministeriet, 2020c). I tilfælde af, at der kommer ny teknologi, der kan behandle andre kompositemballager, primært bestående af karton, vil kommunerne derfor potentielt kunne tilføje disse i deres sorteringsvejledning.

SIG Combibloc, Tetra Pak og Elopak, er de tre primære producenter af MDK på det europæiske marked. På nuværende tidspunkt, behandles fraktionen i flere nærliggende europæiske lande, og der er derfor allerede etableret funktionelle sortering- og oparbejdningsanlæg, med erfaring og kendskab til fraktionen (ACE, 2020b)

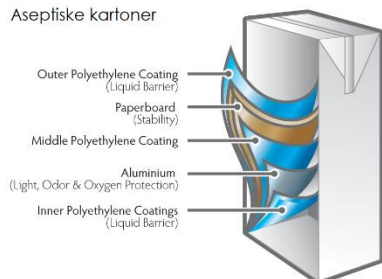
Generelt indfinder der sig to typer af MDK; kølede kartoner (K-MDK), der opbevares på køl, bestående af polymere og fibre (kartonfibre, red.), samt aseptiske kartoner (A-MDK), der kan opbevares ved stuetemperatur, bestående af polymere, fibre og aluminium. A-MDK er i gennemsnit bestående af 74% fibre, 22% polymere og 4% aluminium. K-MDK er i gennemsnit bestående af 80% fibre og 20% polymere (Malmgren-Hansen et al., 2018).

Fibre sikrer kartonernes stabilitet, mens polymererne skaber en barriere for udefrakommende materialer, samtidigt med at fødevarerne forbliver i kartonerne. Kartonernes aluminiumslag skaber en ilt- og lysbarriere, der sikrer, at indholdet har en længere holdbarhed (Malmgren-Hansen et al., 2018). Forskellen på de to typer af kartoner kan ses på figur 2 og 3.

Baggrunden for indsamling af fraktionen er, at kvaliteten af fibre i kartonerne, som står for den primære vægtandel, er af jomfruelige materialer, og derfor har en god kvalitet. Polymererne og aluminium (PolyAl, red.) er dog en udfordring i den efterfølgende genanvendelse, da PolyAl udgår som reject på

papirmøllerne. Derudover er der manglende behandlingsmuligheder og efterspørgsel på dette restprodukt (ACE, 2020b). Fibrene downcycles ofte til emballageprodukter af lavere kvalitet, hvor PolyAl oftest forbrændes. Udfordringerne i indsamlingen og genanvendelsen af fraktionen er derfor, at der fortsat er behov for optimering af design, der mindsker muligheden for, at fraktionen downcycles, samt etablering af nye behandlingsmuligheder, for at reducere mængden af PolyAl til forbrænding (Ibid.).

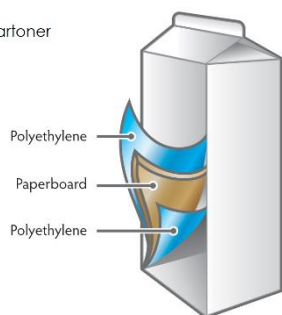
Aseptiske kartoner



Aseptiske kartoner (A-MDK)

Figur 2. Opdelingen af lag for aseptiske kartoner, der indeholder fibre, polymere og aluminium (CCC, 2021).

Kølede kartoner



Kølede kartoner (K-MDK)

Figur 3. Opdelingen af lag for kølede kartoner, der indeholder fibre og polymere (CCC, 2021).

2.2 UDFORDRINGER FOR RECIRKULERING

Fødevareremballage af forskellig slags, anvendes bredt i det moderne samfund, og gør det muligt at transportere, opbevare og konservere fødevarer. Den nuværende anvendelse af emballage indeholder dog flere udfordringer, med henblik på udvinding af naturressourcer, affaldsforurening og affaldshåndtering. Reduktion, genanvendelse, genbrug og re-design er derfor hovedområder i den cirkulære økonomi, for at sikre en ansvarlig håndtering af jordens ressourcer (Ellen MacArthur Foundation, 2013).

Udviklingen i affaldsplanlægning, har i de seneste årtier gået fra at fokusere på, at mindske affaldsmængderne til forbrænding og deponier, til et øget fokus på værdikæder og recirkulering. Planlægningsteorien, anvendt i det nuværende affaldssystem, er baseret på håndtering af affaldsmængder ud fra affaldshierarkiet, hvilket bygger på optimering af de eksisterende processer. Denne tilgang til planlægning har betydet at affald fortsat er produceret og - i et europæisk perspektiv - været stødt stigende (EU, 2015). I et opgør mod den lineære tankegang, der har fokus på end-of-pipe løsninger, er den cirkulære økonomi begyndt at blive adapteret i europæiske, såvel som nationale, handlingsplaner. Den cirkulære økonomi bryder derfor med den lineære systemtænkning, hvilket er et opgør fra affaldsplanlægning i *post consumer*-perspektiv, til at inddrage hele værdikæden i planlægningen. Udviklingen er derfor gået fra planer

om affaldshåndtering, til at integrere ressourceplanlægning, hvor de materielle flows inddrages i planlægningen (EU, 2014).

Den cirkulære økonomi omhandler ikke blot affaldshåndtering, men derimod også affaldsforebyggelse, optimering af design og reduktion af ressourcetrækket på råmaterialer. Den cirkulære tankegang og det europæiske affaldshierarki omhandler ressourcehåndtering (Ellen MacArthur Foundation, 2013), hvortil et øget fokus på den internationale ressourcehåndtering er indskrevet, både i europæisk og dansk regulering. Dette kan blandt andet ses ved de stigende målsætninger for genanvendelse af emballageaffald, øget indsamling og skiftende økonomisk ansvarsfordeling for behandling af affaldet (f.eks. producentansvar). I Danmark har dette blandt andet resulteret i et øget fokus på genanvendelse af materialer fra restaffaldet, hvilket har afledt en national strømning af indsamlingen. Herved er MDK præsenteret som en af de nye affaldsfraktioner, der skal indsamles nationalt (Regeringen, 2020).

Implementeringen af den cirkulære økonomi, skal både ske gennem en ændring i reguleringen, forbruget og produktionen. Nationale og europæiske planer for affaldsforebyggelse og strategier for cirkulær økonomi, kan ikke enkeltstående sikre transitionen, og det er derfor nødvendigt at der skabes et marked, som fremmer cirkulære tiltag, hvilket bl.a. kan ske gennem øget regulering. For at sikre, at ressourcer udnyttes til højst mulige formål jf. affaldshierarkiet, skal der skabes en efterspørgsel på recirkulerede materialer, frem for jomfruelige materialer, da efterspørgsel kan være en drivfaktor for at øge udviklingen i sektoren (Ellen MacArthur Foundation, 2013).

Recirkulering af ressourcer i den cirkulære økonomi, bestræber sig på ikke at downcycle ressourcerne, hvilket grundet at anvendelsesmulighederne og funktionaliteten mindskes (Ibid.). Med henblik på MDK, gør industriel økologi sig i højere grad gældende, hvor restprodukter anvendes i sekundære processer i andre industrier og sektorer, hvilket betyder, at restprodukterne ikke nødvendigvis recirkuleres i egen værdikæde, men derimod på tværs af sektorer og industrier (Ayres et al., 2002).

Den industrielle økologi har fokus på at designe produkter til efterfølgende recirkulering, for at mindske den miljømæssige påvirkning, samt at optimere den økonomiske effektivitet. Dermed er formålet at skabe et kredsløb for ressourcer, der anvendes på tværs af industrier og sektorer. Industriel økologi er derfor integreret i den cirkulære økonomi, hvortil forskellen er, at cirkulær økonomi anskuer systemet i et lukket system. Ved at anskue produktionssystemer som et lukket system, bør der derfor mindskes downcycling af ressourcerne, da dette reducerer cirkulariteten. Den cirkulære økonomi adskiller sig derfor fra den industrielle økologi ved anskuelsen af den maksimale udnyttelse af ressourcerne i det givne system (Stahel, 2019).

Derfor bør indsamlingen anskues som et forsøg på recirkulering af materialer, frem for at reducere mængden af genereret affald. Derfor er det fortsat nødvendigt at forsøge at reducere affaldsmængderne, samt at optimere mulighederne for at øge recirkuleringen uden downcycling, for på denne måde, at opnå en cirkulær økonomi.

DATAINDSAMLINGS- OG ANALYSEMETODER

KAPITEL 3



Da mad- og drikkekartoner ikke tidligere er indsamlet som egen fraktion i Danmark, er der derfor ganske få erfaringer med fraktionen. Derfor vil nedenstående kapitel beskrive de metoder, som er brugt til at udarbejde data omkring fraktionen. Hertil er der brugt flere forskellige metoder, der både omhandler metoden til vurdering af indsamlingsscenarierne, beregning af den reelle genanvendelse, et sorteringsforsøg fra Solrød Kommune, hvor der er forsøgt indsamling af MDK samt metoder til kvalitativ dataindsamling. Dataindsamlings- og analysemetoderne har til formål at skabe et grundlag for scenarieanalysen, hvor de fire forskellige indsamlingsscenarier vil blive undersøgt. Hertil vil der præsenteres hvilke fejlkilder og følsomheder der findes i undersøgelsen.

3.1 VURDERINGS- OG SUCCESPARAMETRE

Som nævnt vil der i denne afhandling undersøges fire indsamlingsscenarier, som har til formål at skabe et vidensgrundlag for de danske kommuner, i udarbejdelsen af deres affaldshåndteringsplaner. Indsamlingsscenarierne har til formål at simulere hvordan indsamlingen kan foregå, samt belyse hvilke problemstillinger der potentielt kan indfinde sig i det undersøgte system. Følgende har til formål at skabe et beslutningsgrundlag for valg af indsamlingsordning i de danske kommuner.

Selvom det primære formål med indsamlingen af MDK er at sikre en øget genanvendelse af emballageaffald, kan indsamlingen ikke måles enkeltstående ud fra den forventede genanvendelsesprocent. Gennem undersøgelsen er der fundet frem til tre hovedområder, som vurderes nødvendige at undersøge, for at danne grundlaget for vurdering af indsamlingsordningernes styrker og udfordringer. Vurderingsparametrene er følgende:

Økonomisk påvirkning: *I hvilken grad vil indsamlingen påvirke omkostningerne forbundet med den nuværende kommunale indsamling, både med henblik på anlægskostninger og driftsomkostninger?*

Den økonomiske påvirkning vil være et essentielt vurderingsparameter for kommunerne, da omkostningerne, forbundet med den kommunale affaldshåndtering, finansieres af affaldsgebyret. Det er derfor nødvendigt for kommunerne at have kendskab til de økonomiske perspektiver ved det pågældende indsamlingsscenarie. Økonomisk påvirkning vægtes 30% i den samlede vurdering, da den øgede husholdningsindsamling selvsagt vil have forbindelse til øgede omkostninger.

Erfaring: *I hvilken grad er der erfaringer med indsamlingen, både i Danmark og i den efterfølgende affaldshåndtering?*

Erfaring vægtes 15% da implementeringen af en ny indsamlingsordning vil have øget kompleksitet. Erfaringer både i tidligere indsamlingsforsøg, og med henblik på den efterfølgende affaldshåndtering, hvilket kan anvendes til at få et vidensgrundlag for den specifikke indsamling.

Miljømæssige påvirkning: *I hvilken grad vil indsamlingen leve op til de miljømæssige faktorer, der gør sig gældende i systemet, med henblik på behandlingen af MDK og de kombinerede fraktioner?*

Den miljømæssige påvirkning bør være det primære fokus hos kommunerne, da de jf. affaldsbekendtgørelsen skal sikre reel høj genanvendelse af de husstandsindsamlede fraktioner (Miljøministeriet, 2020b). Indsamlingen bør derfor også vurderes i perspektiv til påvirkningen på andre fraktioner, samt med henblik på at mindske spild i behandlingsprocessen. Miljømæssig påvirkning vægtes 55% i den samlede vurdering, da formålet med indsamlingen af fraktionen er, at mindske mængden til forbrænding, ikke blot af MDK, men også de kombinerede fraktioner i indsamlingen.

Udover de opstillede hovedområder vil der være to specifikke succeskriterier, der er vurderet nødvendige at opnå, for at sikre, at kommunerne kan opnå de europæiske målsætninger. Afhandlingens succeskriterier er følgende:

Estimeret reel genanvendelse: Grundet manglende målsætning for genanvendelse af MDK, tages der udgangspunkt i de europæiske 2025-målsætning for emballageaffald, hvilket er 65% reel genanvendelse (EU, 2019a). Dette bør kommunalbestyrelsen anvende som den minimumsværdi der skal sikres.

Afsætningssikkerhed: I tilfælde af at der ikke er afsætningssikkerhed af fraktionen, antages det at fraktionen vil forbrændes. Dette er ikke et ønskværdigt scenarie, da dette modarbejder opnåelsen af de europæiske målsætninger.

I tilfælde af, at indsamlingsscenarierne ikke kan leve op til succeskriterierne, bør de ikke anbefales som en mulighed, da der ikke er et grundlag for at opnå til de nationale forpligtelser.

Vurderingen vil ske på baggrund af ovenstående hovedområder, vurderingsparametre fundet gennem undersøgelsen, samt undersøgelsens succeskriterier. Vurderingen udføres på baggrund af et kvantitativt- og kvalitativt grundlag, hvilket vil anvendes til at sammenligne og vurdere de udvalgte indsamlingsscenarier i Kapitel 7.

3.2 METODE TIL ESTIMERING AF REEL GENANVENDELSE

Som led i undersøgelsen af de mulige indsamlingsscenarier, udarbejdes der en Material Flow Analysis (MFA) for hvert enkelt indsamlingsscenarie. Ved at analysere udfordringerne i affaldshåndteringen af fraktionen, vil det være muligt at konstatere eventuelle optimeringspotentialer i værdikæden, der tilsammen skal sikre, at materialerne recirkuleres i nye værdikæder.

Tidligere har beregningspunktet, for den indrapporterede genanvendelse til EU, været baseret på "indsamlet til genanvendelse". EU har i affaldsdirektivet og emballagedirektivet fastlagt et nyt beregningspunkt, hvilket betyder at affaldsstrømmene skal følges indtil de indgår i en oparbejdningsproces (EU, 2019a).

"Reel genanvendelse: Den mængde sorteret affald, som uden yderligere forberedende foranstaltninger, bringes ind i den oparbejdningsproces, hvor affaldet konkret omdannes til produkter, materialer eller stoffer." (Miljøministeriet, 2020b).

Det er, ifølge affaldsbekendtgørelsen, kommunernes ansvar at sikre en høj reel genanvendelse, hvilket betyder, at kommunerne i højere grad skal indsamle dokumentation fra aktørerne i affaldshåndteringen. Den nye metode betyder, at der skal indsamles data om de materielle flows fra flere led i affaldshåndteringen, herunder indsamlingsprocent, sorteringseffektivitet samt data fra oparbejdningsanlæggene. Ved estimering af den reelle genanvendelse, skal affaldet følges indtil det indgår i en ny oparbejdningsproces, hvilket foregår på papirmøller i dette tilfælde. Dog adskilles plast og aluminium først på papirmøllen (Zero Waste Europe, 2020), og det er derfor nødvendigt at medtage denne del af fraktionen i beregningen.

Grundlaget for at anvende MFA til at estimere den reelle genanvendelse, er for at opnå en forståelse for de processer, som MDK gennemgår, frem for at basere genanvendelsen på det materielle output. Hermed vil undersøgelsen identificere udfordringer i de enkelte delprocesser, hvilket skal danne grundlag for undersøgelsens diskussion af potentielle optimeringsmuligheder.

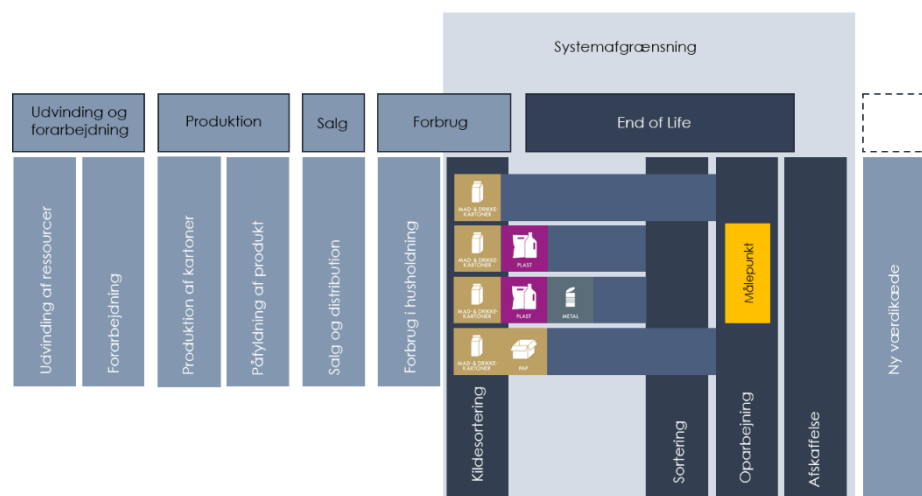
3.3 SYSTEMAFGRÆNSNING

Værdikæden bag MDK både omhandler udvinding og forarbejdning af naturressourcer, til den efterfølgende afskaffelse eller genanvendelse. Da undersøgelsen fokuserer på MDK i affaldshåndteringen, fokuseres der primært på processerne mellem indsamlingen og genanvendelsen.

Den funktionelle enhed i denne undersøgelse er *pr ton forbrugt MDK*. Grundet manglende nationalt datagrundlag, vil der anvendes skaleringer i undersøgelsen. Skaleringer til større niveauer vil inkludere opsætning af usikkerheder og fejlkilder i undersøgelsen. Usikkerheder og følsomhedsvurdering af fejlkilder beskrives i afsnit 3.7 Fejlkilder og følsomhedsvurdering. Følgende overvejelser har medført nedenstående systemafgrænsning, som ses i figur 4.

Systemafgrænsning

Figur 4. Illustration af undersøgelsens systemafgrænsning. Kasserne viser de enkelte delprocesser i værdikæden for den nuværende behandling af MDK. Rapportens fokus er vist i boksen systemafgrænsning, med det dertilhørende målpunkt for reel genanvendelse jf. EU's nye målpunkt for genanvendelse (EU, 2019a).



3.4 DATAGRUNDLAG TIL ESTIMERINGEN AF GENANVENDELSEN

Datagrundlaget i MFA, er som nævnt essentielt for validiteten af undersøgelsen. Den anvendte data skal derfor både være konkretiseret og dybdegående for at danne grundlaget for en retvisende MFA, samtidigt skal eventuelle usikkerheder beskrives (Brunner & Rechberger, 2017).

For at danne en forståelse for systemet, dets processer og materielle flows, er der anvendt en række forskellige indsamlingsmetoder. Dette betyder, at den anvendte data i undersøgelsen kommer fra forskellige niveauer og informationskilder, samt at visse data kan indeholde usikkerheder.

Ud fra den nye metode til at opgøre genanvendelse (Miljøministeriet, 2020b), er det nødvendigt at afdekke følgende datapunkter, som skal anvendes i beregningen af den reelle genanvendelse:

- Nationale data for emballageforsyningen af MDK.
- Indsamlingsprocent for de enkelte indsamlingsscenarier.
- Kontaminering af kartonerne.
- Rejekt fra sorteringen af kartonerne på sorteringsanlæg.
- Rejekt fra oparbejdningsanlæg.

Det er essentielt, at der anvendes specifikke data, som er repræsentative for den givne proces. I tilfælde af, at det ikke har været muligt at kortlægge specifikke data, anvendes gennemsnitlige værdier eller estimater (OECD, 2008).

Det anvendte empiriske data, stammer fra selvstændigt indsamlet data baseret på kvalitative indsamlingsmetoder, samt en kvantitativ undersøgelse af fraktionen i et kommunalt indsamlingsforsøg. Data-materialet indeholder visse usikkerheder, da fraktionen endnu ikke er særskilt opgjort i den nationale emballageopgørelse eller affaldsstatistik. Resultaterne fra undersøgelsens MFA præsenteres i Kapitel 7, hvor de enkelte indsamlingsscenarier analyseres. Undersøgelsens validitet vil senere hen blive diskuteret.

3.5 SORTERINGSFORSØG

For at få bedre kendskab til indsamlingen af MDK, er der udført et sorteringsforsøg i Solrød Kommune, hvor MDK er indsamlet med hhv. plast- og papaffald. Baggrunden for forsøget er, at få kendskab til fraktionens størrelse, kontaminering, produkter, indsamlingsmuligheder, borgernes håndtering af fraktionen samt de generelle problemstillinger, der kan opstå ved indsamlingen af fraktionen. Andre kommuner har tidligere etableret lignende forsøgsordninger, dog uden samme dybdegående undersøgelser af eksempelvis produkttyper og kontaminering.

Sorteringsforsøget i Solrød Kommune, er udført sideordnet med kommunens egen affaldsanalyse, opstartet i september 2020, hvortil formålet var at undersøge mængderne og kvaliteten for fraktionen, såfremt denne indsamles med enten plast- eller papaffald (Solrød Kommune, 2021). Baggrunden for

kommunens forsøg med indsamlingen var Regeringens *Klimaplan for en grøn affaldssektor og cirkulær økonomi* (Regeringen, 2020), der, som tidligere nævnt, ønsker at strømline affaldssektoren, hvortil MDK-fraktionen er en ny fraktion, som alle kommuner skal indsamle. Da der generelt er manglende erfaringer med indsamlingen af fraktionen, har det været nødvendigt for Solrød Kommune at igangsætte forsøget. På denne måde har det været muligt at dokumentere kvaliteten, mængden og andre generelle observationer, der kan hjælpe både kommunen selv, men også andre danske kommuner, til indsamlingen af fraktionen.

FORSØGSBESKRIVELSE

Forsøget tager udgangspunkt i to forsøgsområder på henholdsvis 16 og 22 en-familieboliger. Områderne er udvalgt, da boligsammensætningen er tilsvarende den gennemsnitlige bolig i kommunen. Område 1 er beliggende i Solrød Strand og er bestående af 22 husstande, der har modtaget en sorteringsvejledning der fastsætter, at de skal sortere MDK kombineret med plastaffaldet. Område 2 er beliggende i Havdrup og er bestående af 16 husstande, der har modtaget en sorteringsvejledning der fastsætter, at de skal sortere MDK kombineret med papaffaldet. For begge områder er det desuden gældende, at de skal udsortere tekstilaffald, som led i Solrød Kommunes egen undersøgelse. Sorteringsvejledningerne for forsøgsområderne kan ses i Bilag 2 - Sorteringsvejledninger forsøgsområder. Husstandene i begge boligområder har en enkeltrums affaldsbeholder på 240L til rådighed, hvilke vil blive tømt med en 4-ugers tømmefrekvens. Selve forsøget er udført på Gadstrup Genbrugsanlæg, hvor affaldet er blevet tømt i et særskilt afmærket areal, hvorefter en manuel sortering er fundet sted.

Sorteringsforsøget for begge områder kan opdeles i tre enkeltstående undersøgelser:

- Undersøgelse af mængde, renhed og produkttyper.
- Undersøgelse af materialesammensætning og kontaminering.
- Undersøgelse af volumen for MDK, både særskilt, kombineret med plastaffald og kombineret med papaffald.



UNDERSØGELSE AF SAMMENSÆTNING OG KONTAMINERING

Denne undersøgelse fokuserer på, hvordan borgernes sortering ser ud i praksis, samt at indsamle viden om produkttyper i fraktionen samt disses kontamineringsgrad. Undersøgelsen er opdelt i niveauer for at sikre en systematisk ensretning i sorteringen. Niveauerne er udarbejdet med inspiration fra andre kommuners forsøg med indsamling af MDK, samt med inspiration i de kriterier, som Solrød Kommune på forhånd havde sat til undersøgelsen af fraktionen. Niveauopdelingen for begge forsøgsområder kan ses i Bilag 1 - Sorteringsforsøg niveauopdeling i sortering.

UNDERSØGELSE AF MÆNGDE, RENHED OG PRODUKTTYPER

Da MDK findes i flere former, størrelser og produkttyper, kan kontamineringsgraden i de enkelte kartoner være varierende. For at få en forståelse for kontamineringsgraden, er der udarbejdet en undersøgelse af de enkelte kartoners kontaminering, målt i modsætning til rene kartoner, der er fri for kontaminering. Ved at fratække en tom kartons vægt fra en kontamineret karton, vil det være muligt at opgøre kontamineringsgraden ved de enkelte produkttyper.

Undersøgelsen er udført ved at tage stikprøver fra de specifikke kartontyper, der er vurderet repræsentative for de enkelte kategorier. Her er der valgt én karton pr. produkttype, der er vurderet ren, samt én karton der er vurderet kontamineret, som herefter er vejjet og noteret. Ligeledes er samme kartontype rensat og tørret, hvorefter en vejning har kunne fastsætte kartonens egentlige standardvægt uden nogen form for kontaminering. Resultaterne fra stikprøver kan ses i Bilag 19 - Stikprøver og fotodokumentation.

UNDERSØGELSE AF VOLUMEN

Da der ikke tidligere har været etableret henteordninger for MDK i Danmark, er viden om fraktionens størrelse begrænset. Derfor vil denne undersøgelses formål være at undersøge volumen af MDK ved særskilt indsamling, samt ved kombination med hhv. plast- og papafald.

Forsøget er baseret på en lavpraktisk metode, hvor et udsnit forsøgsdeltageres affald er lagt i en affaldsbeholder på 240L, hvortil der er opnået en 100% fyldningsgrad. Herefter dette er vejjet og MDK'erne er optalt. Specifikt for undersøgelsen af den særskilte indsamling, er der foretaget tre forskellige undersøgelser: ét hvor alle MDK'erne er komprimeret, ét hvor ingen af MDK'erne er komprimeret og ét hvor der er taget udgangspunkt i den sammenblanding af komprimerede og ikke-komprimerede kartoner, som forsøgsdeltagerne har udsmidt. Alle forsøg er foretaget tre gange og der tages herefter udgangspunkt i gennemsnitsmålingerne. Resultater fra volumenforsøget kan ses i Bilag 21 - Resultater fra



3.6 KVALITATIV DATAINDSAMLING

Til udarbejdelse af undersøgelsen, er der brugt forskellige metoder til indsamling af empiri. Disse omhandler både interviews, observationer og dokumentanalyse. Tilsammen har dette skabt den kvalitative dataindsamling, som der løbende vil blive refereret til gennem rapporten.

INTERVIEWS

For at opnå indsigt i fraktionen, men også i selve affaldsområdet, er der udført flere interviews af forskellige interessenter, som har med fraktionen og/eller området at gøre. Interviewene er udført ud fra Steinar Kvale og Svend Brinkmanns beskrivelse af *det semistrukturerede interview* (Kvale et al. 2009). Denne interviewform betyder, at der på forhånd er nedskrevet spørgsmål, som ønskes besvaret gennem interviewet, men at det er muligt at stille opfølgende spørgsmål. Dermed har interviewerens mulighed for at stille spørgsmål, der ikke på forhånd er nedskrevet, som kan være baseret på den interviewedes svar.

Til udførelse af interviewene, er det valgt både at fremsende spørgsmål på forhånd, men også stille uddybende spørgsmål løbende. Derudover er det sikret, at det har været muligt at stille flere uddybende spørgsmål, eksempelvis via e-mail, såfremt der er opstået spørgsmål efter et interview. Dette har været gældende for fysiske interviews - der dog hovedsageligt har været afholdt digitalt, grundet COVID-19 pandemien - men har også været gældende for de interviews, som har været udført gennem e-mailkorrespondance. For e-mailkorrespondance har det semistrukturerede interview ligeledes været omdrejningspunktet, selvom spørgsmål og svar på mail kan indbyde til et struktureret interview, hvor der kun stilles spørgsmål, der er nedskrevet på forhånd. Men for at kunne udnytte det semistrukturerede interviews forskrifter bedst muligt, er der på forhånd aftalt med de interviewede, at der efterfølgende kan sendes opklarende, uddybende eller ekstra spørgsmål. På den måde har det været muligt at opnå samme informationer, som hvis interviewet var udført på almindelig vis.

Normalvis vil et semistruktureret blive både optaget og transskriberet. I dette tilfælde vil interviewene ikke blive transskriberet, da der i stedet udarbejdes et notat, der opsummerer hovedpointerne fra hvert interview. Der kan dog være enkelte citater eller dele af interviewene, som vil blive transskriberet - dette vil hovedsageligt være medvirkende til at underbygge argumenter eller lignende.

OBSERVATIONER

En anden måde at indsamle empiri på, har været ved observationer. Her har der været udgangspunkt i Hanne Krogstrup og Søren Kristiansens fortolkning af *semistruktureret feltarbejde*, hvor selve observationsstudiet beskrives som "*... en tilgang til generering af data om nonverbal adfærd*" (Krogstrup et al. 2015). Med det menes, at der kan genereres data og viden, ved at observere et sted, område eller lignende. Til udarbejdelse af denne rapport, er det semistrukturerede feltarbejde brugt til at opnå viden

om de processer der finder sted, når affald skal omlastes på Gadstrup Genbrugsanlæg. Her har observationen foregået under en rundvisning på anlægget, hvor sektionsleder, Lene Madsen, viste rundt samt fortalte om anlæggets formål, samt de processer affaldet har gennemgået. Ved rundvisning på anlægget, har det været muligt at se, hvordan affaldet omlastes; fra det bliver afleveret af skraldebiler, til det bliver ballet på anlægget til det bliver afhentet af aftagerne. Dertil har observationen givet mulighed for at stille spørgsmål omkring processerne til sektionslederen, hvilket dertil har fungeret som et semistruktureret interview via mail.

DOKUMENTANALYSE

Den sidste del af empiriindsamlingen, stammer fra dokumentanalyse, som beskrevet af Catharina Juul Kristensen og M Azhar Hussain (Kristensen et al. 2016). Her bliver dokumentanalysen beskrevet som et værktøj til at gå systematisk og kritisk til værks, når der skal indsamles informationer i forskellige dokumenter. Til data- og empiriindsamling, har dokumentanalysen hovedsageligt været et værktøj til at finde de dokumenter, der omhandler MDK. Hertil vil størstedelen af den indsamlede empiri bruges til at udarbejde grundlaget for de spørgsmål, som skal bruges til at afholde interviews. På den måde skaber dokumenterne den viden, som skal bruges for at stille kvalificerede spørgsmål til de interviewede, for på den måde at få mest muligt data ud af de interviewede.

3.7 FEJLKILDER OG FØLSOMHEDSVURDERING

Grundet manglende nationale opgørelser på forsyning og indsamlingspotentiale, vil der tages udgangspunkt i undersøgelsens sorteringsforsøg, samt lignende nyere undersøgelser. Der anvendes ligeledes data, opgivet af ACE (*The Alliance for Beverage Cartons and the Environment*, red.), omkring emballageforsyningen, hvor der ikke er kendskab til hvorvidt opgørelsen indeholder salg til erhverv, hvilket ikke er inddraget i denne undersøgelse. Derfor vil der løbende laves kvalificerede antagelser, for at danne et retvisende datagrundlag i undersøgelsen.

Da undersøgelsen forsøger at fremskrive processer, der ikke tidligere er udført, eksempelvis udsortering af MDK på sorteringsanlægget i Tyskland, vil denne del af undersøgelsen indeholde usikkerheder. Der tages derfor udgangspunkt i tal, som er angivet af Hündgen Entsorgung, med udgangspunkt i deres nuværende behandling, hvilket ikke nødvendigvis er repræsentativt for de danske affaldsmængder.

Gennem sorteringsforsøget i Solrød Kommune, har det været muligt at identificere potentielle fejlkilder. Fejlkilderne er specielt opstået, da forsøgsområderne har været bestående af få boliger. Dette har gjort undersøgelsen følsom overfor enkelte husstandes forbrug af givne produkter. Specifikt for forsøget, har indsamlingen af brikkartoner hovedsageligt været baseret på én enkelt husstands forbrug. Dertil har forsøgsdeltagerne tidligere deltaget i et affaldsforsøg, hvor Solrød Kommune undersøgte muligheden for indsamling af otte fraktioner, som forberedelse til udrulningen af fraktionerne til resten af kommunen, hvilket kan have medført et øget fokus på sorteringen blandt deltagerne. For at opveje

usikkerhederne i sorteringsforsøget, perspektiveres der til sorteringsforsøget i Roskilde Kommune, hvor 203 husstande blandt andet har forsøgt at udsortere MDK.

For at imødekomme fejlkilder og følsomheder i datagrundlaget, er der derfor valgt at indsætte usikkerheder i MFA'erne af de enkelte indsamlingsscenarier. Dette gør sig blandt andet gældende, hvis det har været nødvendigt at antage en specifik påvirkning i processen. Derfor vil der være angivet en usikkerhed, vurderet ud fra repræsentativiteten af datagrundlaget, valideret gennem interviews og observationer. Konsekvenser ved undersøgelsens fejlkilder og følsomheder, kan potentielt have påvirket beslutningsgrundlaget. Anvendelsen af usikkerheder, vurderes dog til at øge validiteten i undersøgelsen. Slutteligt kan der forefindes en fejlkilde, vedrørende COVID-19 pandemien, da det forventes, at den øgede mængde hjemmearbejde har medført en højere mængde husholdningsaffald.



FRAKTIONEN I DANSK PERSPEKTIV

KAPITEL 4

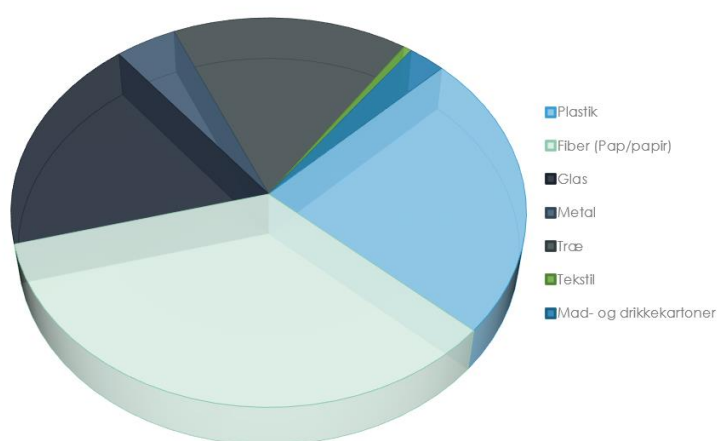


Som tidligere nævnt, er det gennem *Klimaplan[en] for en grøn affaldssektor og cirkulær økonomi* besluttet, at der skal indsamles ti forskellige fraktioner, hvor mad- og drikkekartoner udgør én af de ti fraktioner (Regeringen, 2020). Men selvom det er besluttet, at fraktionen skal indsamles, forefindes der ikke mange danske erfaringer og viden om denne særlige fraktion. Derfor vil dette kapitel undersøge fraktionens størrelse i Danmark, hvilke erfaringer der findes i Danmark og andre EU-medlemslande, samt hvilke rammebetingelser de danske kommuner hører under, når de skal implementere fraktionen i deres affaldshåndteringsplaner og regulativer. Dermed vil formålet med dette kapitel være at undersøge fraktionens egentlige størrelse, samt skabe en forståelse for, hvilken betydning fraktionens størrelse har for den nationale indsamling, samt at forstå samspillet mellem gældende planer og politikker.

4.1 FORSYNINGEN I DANMARK

Der har ikke tidligere været et nationalt fokus på MDK, og der findes derfor begrænsede datakilder på forsyningen og forbruget i husholdningerne. Det har dog været muligt at kortlægge specifikke materialestrømme, men der bør tages forbehold for, at datagrundlaget stammer fra forskellige kilder og ikke er verificeret i de nationale opgørelser.

Ifølge ACE, der er brancheorganisationen for producenter af kartoner og papirmøller i EU, var forsyningen til det danske marked i 2018 opgjort til 26.875 tons, dog uden kendskab til fordelingen mellem erhverv og husholdninger (Bilag 10). Dette er svarende til omkring 4,6 kg pr indbygger årligt, baseret på indbyggertallet for 2018 (Statistikbanken, 2021). For at sætte fraktionen i perspektiv, kan den anskues i forhold til den nationale opgørelse af emballageforsyningen. Her er MDK ikke særskilt angivet, men det kan antages at fraktionen findes under opgørelsen af *fiber* (pap og papir). Med udgangspunkt i forsyningen, opgivet af ACE, og at MDK er opgjort i kategorien *fiber*, vil den procentvise fordeling af emballage i Danmark være som angivet på figur 5.



Emballageforsyning

Figur 5. Med udgangspunkt i emballageforsyningen fra 2018, er MDK opgjort til ca. 27.000 tons (Bilag 10), og er fraregnet fraktioner under kategorien fiber (pap/papir). MDK står derfor for 3% af den nationale emballageforsyning, med udgangspunkt i tal fra 2018 (Miljøstyrelsen, 2020a)

MDK står blot for 3% af den samlede emballageforsyning, hvilket udgør samme vægtmæssige størrelse som metalemballager. Emballageforsyningen opgør udelukkende forsyningen af emballage, og den faktuelle størrelse i indsamlingen er derfor ikke opgjort i dette led (Miljøstyrelsen, 2020a).

I *Handlingsplanen for Cirkulær Økonomi* (Miljøministeriet, 2020a) opgøres kompositemballager i husholdningsaffaldet til at udgøre ca. 40.000 tons årligt, hvilket dog inkluderer chips- og kaffeposer. Modregnet andre kompositemballager, er den vægtmæssige andel af MDK i husholdningsaffaldet bestående af 34.800 tons (Affaldskontoret, 2018b). Med henblik på forbruget i husholdningerne, er der udarbejdet en opgørelse baseret på forbruget i en-familieboliger og etageboliger. Denne opgørelse er udarbejdet gennem et litteraturstudie, hvor der er fundet henholdsvis 17,4 kg/årligt i en-familieboliger og 10,7 kg/årligt i etageboliger (Malmgren-Hansen et al., 2018). Undersøgelsen er dog inklusive pizzabakker og andre typer af fødevarekartoner, der ikke er tilladt i sorteringsvejledningen jf. affaldsbekendtgørelsen (Miljøministeriet, 2020b). Strukturelle forskelle, såsom boligforhold, indbyggere pr. husstand, forbrugsmønstre og andet kan dog have betydning på indsamlingspotentialer i den enkelte kommune, hvilket ikke undersøges yderligere i denne afhandling.

Som nævnt er Miljøstyrelsens opgørelse baseret på restaffaldsanalyser, hvor ACE's er baseret på de markedsførte mængder af emballagen. Det antages at de resterende mængder er bestående af organiske materialer (intern kontaminering) i kartonerne, hvilket yderligere undersøges i næste kapitel.

4.2 DANSKE ERFARINGER MED INDSAMLINGEN

Fraktionen har kun været indsamlet som en permanent ordning i Fredericia Kommune (Fredericia Kommune, 2020), og der er derfor begrænsede danske erfaringer med håndteringen af fraktionen. Ud fra de nationale sorteringsvejledninger, har fraktionen derfor skulle indsamles i restaffaldet, til efterfølgende energinyttiggørelse - eller har indfundet sig som fejlsorteringer i andre fraktioner, såsom papir- og papfraktionerne (Bilag 17). Formålet med strømliningen af den nationale affaldsindsamling, herunder indsamling af MDK, er at nedbringe mængderne af genanvendeligt materiale i forbrændingen og dermed også mindske CO₂e-udledninger fra affaldssektoren (Regeringen, 2020).

Såfremt hele fraktionen kan indsamles gennem de kommunale indsamlingsordninger, svarende til 34.800 tons, vil det være muligt at fjerne 3% af den vægtmæssige andel af restaffaldet, baseret på de nationale mængder. Ud fra Affaldsstatistikken (Miljøstyrelsen, 2020a) vil en udsortering af hele fraktionen fjerne omkring 1% af de samlede mængder til forbrænding fra husholdningerne, ekskl. jord.

I forhold til de allerede etablerede, permanente indsamlingsordninger af genanvendelige fraktioner i de danske husholdninger, er det usandsynligt at hele fraktionen kan indsamles (Ibid.). Det kan derfor forventes at



dele af fraktionen fortsat vil ende i forbrændingen, indtil de kommunale indsamlingsordninger er fuldt udrullet.

FORSØG MED INDSAMLINGEN I DANMARK

Selvom der kun er begrænsede erfaringer med permanent indsamling af MDK, har flere danske kommuner gennemført forsøg med indsamlingen af fraktionen. En større andel af disse forsøg har indsamlet fraktionen særskilt eller i kombination med pap, og har yderligere medtaget bl.a. pizzabakker i indsamlingen. For at kunne diskutere indsamlingspotentialer i de danske kommuner, er det nødvendigt at indhente erfaringer fra tidligere sorteringsforsøg. Ud over det førnævnte sorteringsforsøg i Solrød Kommune, er nyere indsamlingsforsøg derfor undersøgt.

ROSKILDE KOMMUNE

Roskilde Kommune startede i 2020 et indsamlingsforsøg med MDK kombineret med plastaffald (Roskilde Kommune, 2021), hvilket tager udgangspunkt i 202 en-familieboliger i Gundsømagle. Som led i denne undersøgelse er de resterende affaldsfraktioner i henteordningen analyseret, hvilket gør det muligt at undersøge indsamlingspotentialer i forsøgsområdet.

Baseret på gennemsnitsdata er det angivet, at det samlede forbrug af MDK i forsøgsområdet er ca. 249 gram/husstand/uge - svarende til 12,95 kg/husstand/årligt (Ibid.). Heraf blev 164 gram/husstand/uge indsamlet i kombinationen plastaffald og mad- og drikkekartoner, svarende til 8,53 kg/husstand/årligt eller ca. 66% af potentialer. Fejlsortering af MDK var primært placeret i restaffaldet, hvor en mængde svarende til 4,42 kg/husstand/årligt blev identificeret. Yderligere blev 0,57 kg/husstand/årligt fundet i papir- og papfraktionen (Ibid.).

RØDOVRE KOMMUNE

I et større forsøgsområde i Rødovre Kommune, med deltagelse af ca. 1.500 etageboliger og 500 en-familieboliger og rækkehuse, er MDK indsamlet med papaffald, og pizzabakker. I forsøget er der vurderet en mulig indsamling for en-familieboliger på 1,6 kg/husstand/årligt, mens der kun forventes 0,6 kg/husstand/årligt i etageboliger (Affaldskontoret, 2018a). Mængden er dog vurderet og ikke konkretiseret, og det er derfor svært at konkludere et indsamlingspotentialer - eller hvor målrettet kommunikationsindsatsen har været.

BEHOV FOR FLERE ERFARINGER

Selvom der er udarbejdet flere sorteringsforsøg, end nævnt ovenfor, er flere af ældre dato og mangler en fyldestgørende opgørelse af det samlede indsamlingspotentialer. For at danne grundlaget for at kortlægge den reelle genanvendelse af fraktionen i kommunerne, er det nødvendigt at kende den enkelte kommunes forbrugsmønstre.

Efter offentliggørelsen af den reviderede affaldsbekendtgørelse har flere kommuner planlagt forsøg med indsamlingen af fraktionen, for at danne et grundlag for ændring i affaldsordninger. Det forventes dog, at der vil blive opstartet flere forsøg med indsamlingen af fraktionen, da flere kommuner ønsker at udskyde implementeringen (KL, 2021), blandt andet for at skabe viden om fraktionen - dette vil blive yderligere beskrevet senere i undersøgelsen.

4.3 ERFARINGER FRA ANDRE EUROPÆISKE LANDE

MDK indsamles i flere europæiske lande, hvorfra der kan drages erfaringer til at opnå en forståelse for håndteringen af fraktionen. De forskellige landes ordninger er etableret i forbindelse med implementeringen af udvidet producentansvar på emballage, og er opstartet forskudt for hinanden. Netop derfor giver det også god mening, at der i Danmark fokuseres på at udsortere emballager, som fremtidigt omfattes af producentansvaret (EU, 2018a). Indsamling af MDK er etableret på forskellig vis og indsamlingspotentialer er derfor differentierende. Derfor kan der opstå problematikker, såfremt andre landes data, anvendes til estimering af et dansk indsamlingspotentialer.

Tyskland, Spanien, Sverige og England har allerede etablerede indsamlingsordninger for MDK. Ordningerne varierer, da Sverige og Spanien hovedsageligt gør brug af bringeordninger, England som indsamler 70% af fraktionen ved husstandsindsamling og Tyskland, hvor den primære indsamling sker ved husstandsindsamling (Zero Waste Europe, 2020). Gennem disse udenlandske erfaringer vurderes det, at bringeordninger generelt opnår en lavere indsamlingsprocent end henteordninger. Dog vurderes det, at kartonerne opnår en højere kvalitet ved bringeordninger. I alle ordninger indsamles MDK kombineret med andre emballager; i Tyskland, Spanien og England indsamles fraktionen i en specifik affaldsbeholder til emballageaffald, hvorimod det indsamles med andre papirbaserede emballager i Sverige (Ibid.). I undersøgelsen, udgivet af Zero Waste Europe, er der udarbejdet et overblik over de udenlandske ordninger, hvilket kan ses herunder.

	Tyskland	Spanien	Sverige	England
Indsamlingsprocent	87,4%	51,2%	40,1%	48%
Genanvendelsesprocent (ACE)	75%	80%	33%	36%
Vurderet reelle genanvendelse (Euromia)	47,8%	21,4%	21,9%	29,5%

Tabel 1 - Indsamlingsprocent, samt vurderet reel genanvendelse (Zero Waste Europe, 2020)

I tabellen angiver ACE en genanvendelsesprocent, hvilket dog ikke er baseret på den nye europæiske opgørelse af den reelle genanvendelse, dette er herimod angivet af Euromia. Hertil er der dog tydelige forskelle i indsamlingsprocenten, hvilket er et udtryk for de nationale forskelle. Den tyske ordning er et veletableret system, baseret på producentansvar, hvor det organisatoriske ansvar håndteres af

producenterne, hvortil der opnås en høj indsamlingsprocent. Samtidigt er ordningen i Sverige bestående af et samarbejde mellem kommuner og producenter, der i højere grad indsamler genanvendelige fraktioner via indsamlingsstationer, og som opnår en markant lavere indsamlingsprocent (Jørgensen et al., 2019).

4.4 RAMMEBETINGELSER FOR DEN DANSKE INDSAMLING

Som tidligere nævnt, er beslutningen om indsamling af MDK et led i planen om en strømlining af den danske affaldssektor. Dette betyder, at der er en konkret deadline for implementering af fraktionen, samt de øvrige ni fraktioner, hvilket er 1. juni 2021, set bort fra tekstilfraktionen, hvortil deadline er 1. januar 2022 (Regeringen, 2020). Selve implementeringen af fraktionen kan ikke forsimples til blot at omhandle indsamlingen. Dette skyldes, at såfremt en ny fraktion skal kunne indsamles, bør der foreligge en konkret plan for indsamlingen, samt et kommunalt affaldsregulativ, der sætter rammerne for indsamlingen af fraktionen. Derfor vil indsamlingen af de nye fraktioner betyde større ændringer i kommunernes måde at håndtere affaldet på, hvilket giver anledning til at undersøge hvilke rammer kommunerne reelt ligger under, når de bliver påbudt at indsamle de forudbestemte fraktioner, herunder MDK-fraktionen.

Den første del af rammesætningen, stammer fra Regeringens *Klimaplan for en grøn affaldssektor og cirkulær økonomi* (Ibid.). Her bliver der sat de første rammer for kommunernes fremtidige affaldshåndteringsplaner, da det her bliver beskrevet, at der skal indsamles ti forskellige fraktioner, og at dette skal foregå husstandsnet i maksimalt to til fire affaldsbeholdere (Ibid.). Dertil sættes der også økonomiske krav til indsamlingen, da klimaplanen foreskriver, at der skal ske omkostningsreduktioner sideløbende med implementeringen, der skal udligne eventuelle stigninger i det affaldsgebyr, som borgerne skal betale for kommunernes affaldsordninger. Hertil forventes det, at der vil ske stigninger i affaldsgebyret frem mod 2025, hvor der er en forventning om, at det udvidede producentansvar for emballage er trådt i kraft. Her vil producenterne af emballagen hæfte økonomisk for håndteringen af emballageaffaldet, og dermed vil der være en sandsynlighed for, at affaldsgebyret vil kunne sænkes.

Lovmæssigt skal kommunerne udarbejde deres affaldshåndteringsplaner ud fra *Affaldsbekendtgørelsen* (Miljøministeriet, 2020b), der fastsætter de juridiske rammer for klimaplanens bestemmelser. I bekendtgørelsen bliver rammerne for MDK sat, og her bliver det beskrevet, at "*kommunalbestyrelsen skal sikre en høj reel genanvendelse af fraktionen*" (Ibid.), dog uden konkrete målsætninger. Hertil bliver det beskrevet, at MDK kun må indsamles særskilt, kombineret med plastaffald eller kombineret med plast- og metalaffald, hvilket betyder, at der ikke tillades andre kombinationer. I bekendtgørelsen bliver der ligeledes sat kriterier til de forskellige affaldsfraktioner, hvilket i MDK-fraktionens tilfælde betyder, at MDK defineres som mælkekartoner, juicekartoner og kartoner til f.eks. flåede tomater eller lignende. Hertil bliver det beskrevet, at fraktionen ikke omhandler andre kompositemballager, såsom metalliseret plast (kaffe- og chipsposer, red.) (Ibid.). Dermed er rammerne for den danske indsamling baseret på de

danske kommuners indsamling. Rammerne sættes ud fra Regeringens klimaplan, affaldsbekendtgørelsen og dertilhørende vejledninger.

UDFORDRINGER FOR TIDSHORISONTEN FOR INDSAMLINGEN

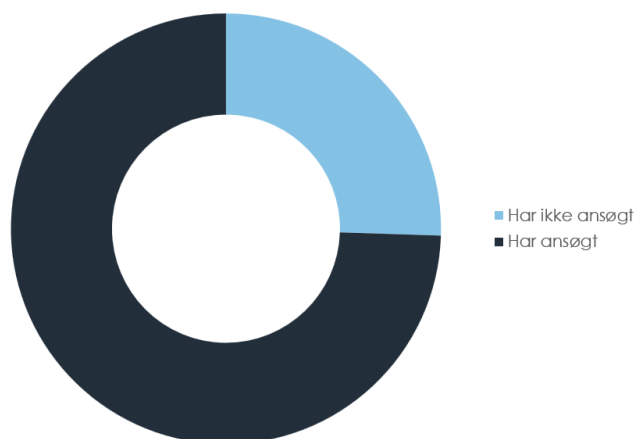
Som nævnt blev *Klimaplan[en] for en grøn affaldssektor og cirkulær økonomi* først vedtaget den 16. juni 2020 (Ibid.). Her blev de overordnede kriterier for indsamlingen fastslået, men de endelige juridiske rammer blev først offentliggjort gennem affaldsbekendtgørelsen den 9. december 2020 (Miljøministeriet, 2020b). Dette har betydet, at implementeringsperioden for kommunerne reelt set kun har været knap seks måneder. Med denne relativt korte implementeringsperiode, kan der være udfordringer, både tekniske og økonomiske, som forhindrer muligheden for en egentlig indsamling af de nye fraktioner pr. 1. juli 2021. Hertil skal det nævnes, at der i klimaplanen er indlagt en dispensationsmulighed, der maksimalt gælder frem til 31. december 2022, hvortil ansøgningsfristen er 1. marts 2021 (Ibid.). Derudover har kommuner, med eksisterende ordninger som ikke længere tillades jf. affaldsbekendtgørelsen, deadline den 1. januar 2025, for udfasning af kombinationer, som ikke længere er tilladt - eksempelvis kombinationen med metal-, glas- og plastaffald.

Problematikken bliver belyst af Kommunernes Landsforening, der har lavet en rundspørge blandt de danske kommuner, hvis resultat har været, at otte ud af ti kommuner ikke har mulighed for at implementere de nye fraktioner inden deadline den 1. juni 2021 (KL, 2021). Dertil svarer 46% af kommunerne, at de tidligst kan starte indsamlingen af fraktionerne i 1. halvår af 2023, hvilket er senere end dispensationsmuligheden tillader (se figur 6). Begrundelsen for dette er blandt andet den korte implementeringsperiode, samt udfordringer med indkøb af affaldsbeholdere, renovationsbiler og formidling til borgerne. Dertil påpeger kommunerne, at der er store tidsmæssige udfordringer i forhold til offentlige høringer og borgerinddragelse, der lovmæssigt skal udføres, inden nye affaldshåndteringsplaner kan vedtages af kommunalbestyrelsen. Slutteligt findes der en udfordring i forbindelse med kommunernes eksisterende kontrakter med både beholderleverandører og renovatører, hvilke ikke nødvendigvis kan udvides til at indeholde de nye fraktioner.

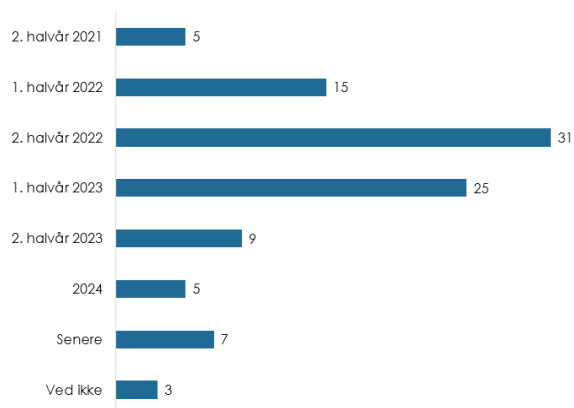
Dispensationsansøgning

Figur 6. Procentdel af kommuner der har ansøgt om dispensation jf. affaldsbekendtgørelsens §26 (Miljøministeriet, 2021).

73 kommuner har anvendt sig af dispensationsmuligheden.



Dermed risikeres det, at et flertal af de danske kommuner ikke kan indsamle de nye fraktioner pr. 1. juli 2021. På figur 6 vises antallet af kommuner, som har ansøgt om dispensation for tidsfristen (Miljøministeriet, 2021) samt på figur 7 den forventede mulige implementering af indsamlingen, ud fra KL's rundspørge.



Forventet implementering

Figur 7. Forventet mulig implementering af indsamling af de 9 fraktioner ved henteordning, angivet i KL's rundspørge (KL, 2021).

Størstedelen af kommunerne angiver derfor at de ikke forventes at være klar til deadline 1. juli 2021.

4.5 OPSUMMERING

Som nævnt, skal fraktionen indsamles for at mindske mængderne af kommunalt affald der forbrændes. Det er derfor undersøgt og eftervist, at der er et nationalt potentiale for at genanvende fraktionen, da der er erfaringer fra andre EU-lande, som kan bruges som vidensgrundlag for den danske implementering. De europæiske erfaringer kan være essentielle for at skabe et effektivt indsamlings- og genanvendelsessystem, da der hidtil ikke har været et dansk fokus på genanvendelse af kompositemballager. Indsamlingen i fraktionen har dog allerede medført udfordringer, specielt i forhold til den korte tidsfrist for implementeringen, samt i forhold til en generel mangel på viden, der kan anvendes som beslutningsgrundlag for kommunerne. Selvom fraktionen udgør en relativt lille mængde, er det dog essentielt at sikre genanvendelsen, for at kunne opnå de europæiske målsætninger, samt at sikre overgangen til en cirkulær økonomi.



INDSAMLING OG IDENTIFICERING AF KVALITET

KAPITEL 5



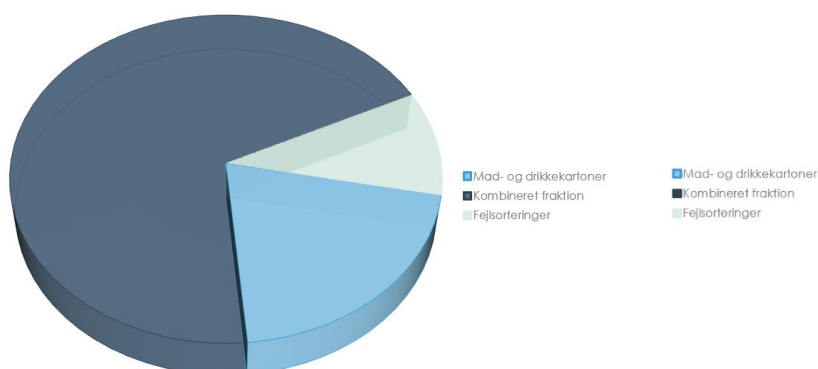
Gennem de forrige kapitler er det fastslået, at der kun er få erfaringer med indsamling af mad- og drikkekartoner i Danmark. Derfor vil følgende kapitel undersøge selve indsamlingen og kvaliteten af fraktionen, set ud fra sorteringsforsøget i Solrød Kommune (Bilag 20), hvor der blandt andet fokuseres på produkter og materialesammensætning samt kontamineringsgraden ved de forskellige produkttyper. Der vil ligeledes foretages en undersøgelse af indsamlingsprocenten for fraktionen, samt hvordan denne kan beregnes.

5.1 INDSAMLING AF FRAKTIONEN I SOLRØD KOMMUNE

I Solrød Kommune er der udført forsøg med indsamlingen af MDK kombineret med henholdsvis pap og plastaffald (Bilag 20). Forsøget er udført på baggrund af den manglende viden om indsamling- og sammensætning af fraktionen, med henblik på implementering i kommunens eksisterende affaldsordning. Ligeledes har forsøget haft til formål at undersøge fraktionens renhed og kvalitet, hvilket er nødvendigt for at undersøge potentielle afsætningsmuligheder.

Begge forsøgsområder har modtaget en ny sorteringsvejledning i forbindelse med forsøget (Bilag 2). I sorteringsvejledningen anvises borgerne til at tømme kartonerne så godt som muligt, dog uden behov for at skylle dem inden sortering. De er yderligere informeret løbende gennem nyhedsbreve om, at komprimering af kartonerne kan hjælpe i tilfælde af pladsmangel i deres beholder, sammen med en anvisning til hvordan kartonerne kan komprimeres (Solrød Kommune, 2021). Alle husstande i forsøgsområderne har haft en affaldsbeholder på 240L til rådighed, og disse er blevet tømt med fire ugers mellemrum.

Første led i begge sorteringsforsøgene fungerede ved at opdele de indsamlede mængder i 3 kategorier: kombineret materiale (pap- og plastaffald), MDK og fejlsorteringer (Bilag 1). Nedenstående figur 8 og 9, viser den vægtmæssige andel, der er indsamlet gennem de i alt 6 sorteringsforsøg (3 kombineret med pap og 3 kombineret med plast).



Kombineret med pap

Figur 8. Samlet vægtmæssig fordeling i de tre sorteringsforsøg med kombineret indsamling med pap. Pap 69%, fejlsorteringer 10% og MDK 21% (Bilag 20).

Kombineret med plast

Figur 9. Samlet vægtmæssig fordeling i de tre sorteringsforsøg med kombineret indsamling med plast. Plast 78%, fejlsorteringer 7% og MDK 15% (Bilag 20).

Fejlsorteringerne har været differentierende i begge forsøgsområder. I papforsøgene blev der fundet større mængder af forurenede pap, pizzabakker, restaffald samt tekstiler (tekstiler som fejlsortering er forbundet med kommunens eget sorteringsforsøg med indsamling af tekstiler), hvorimod der i plastforsøget var en bredere mængde af fejlsorteringer, hvilket omfattede restaffald, pap, beholdere med faremærker, chipsposer og medicinske sprøjter - dog uden nåle (Bilag 20).

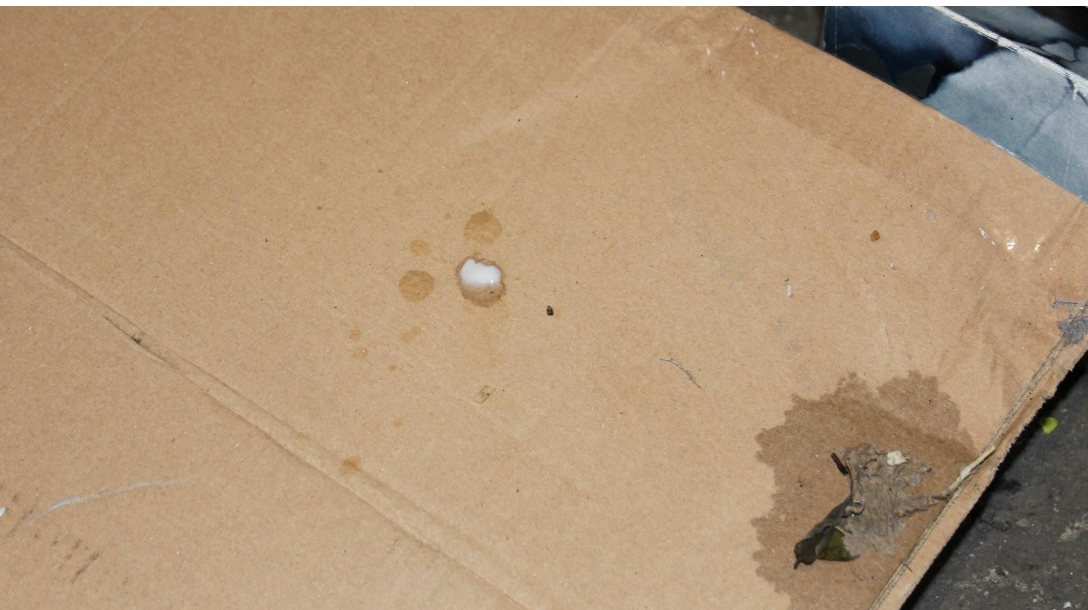
Set i forhold til indsamlingsforsøget i Roskilde Kommune, med kombineret indsamling af MDK og plastaffald, har fejlsorteringer i Solrød Kommune været omkring 10% lavere, set ud fra gennemsnittet i begge forsøg. Dette kan betyde, at der kan være lokale forskelle i sorteringsvanerne, hvilket er nødvendigt at inddrage i overvejelserne, når bestemmelsen af beholderstørrelse og tømmefrekvens finder sted. Hertil skal det noteres, at borgerne i Solrød Kommune har kildesorteret otte forskellige fraktioner (mad-, plast-, papir-, pap-, glas-, metal- og restaffald samt farligt affald) siden 1. marts 2020, hvor deres seneste affaldsordning trådte i kraft. Herimod har borgerne i Roskilde Kommune ikke før sorteret plastaffald.

I sorteringsforsøget med papaffald, er der yderligere undersøgt kontaminering af papfraktionen, for at afdække hvorvidt MDK kontaminerer fraktionen, hvilket kan have negativ konsekvens for afsætningen. Af den samlede mængde pap, som blev indsamlet i forsøget, er 12% vurderet kontamineret, heraf er 5% vurderet kontamineret af MDK (Bilag 20). Kontamineringen har primært været bestående af "dryp"-kontaminering, hvilket kan ses på billedet sidst på denne side.

Der er ikke udført et lignende forsøg for kombinationen med plastaffald, da denne fraktion i forvejen er relativt kontamineret, hvortil det er ganske kompliceret at identificere kontamineringens ophav. Kontamineringens betydning vil yderligere undersøges i afsnit 6.2 Oparbejdningsprocessen.

Kontamineringen vurderes til potentielt at have en større påvirkning, i tilfælde af at fraktionen indsamles og komprimeres i skraldebilen, hvilket dog ikke var tilfældet i dette sorteringsforsøg. I tilfælde af at affaldet komprimeres, vil intern kontaminering fra kartonerne højest sandsynligt påvirke papfraktionen i højere grad, end anvist i dette forsøg.

Dette er et nødvendigt perspektiv at inddrage, da pap- og plastaffald ofte komprimeres ved indsamling (Bilag 7).



5.2 BEREGNING AF INDSAMLINGSPOTENTIALE

Det er nødvendigt at undersøge indsamlingspotentialet, og at antage en forventet indsamlingsprocent, for at kunne afdække behovet for beholdere, tømninger samt at kortlægge den forventede volumen, som fraktionen vil udgøre i affaldsbeholderne. Som nævnt har et litteraturstudie vist, at der kan forventes 17,4 kg/årligt i en-familieboliger og 10,7 kg/årligt i etageboliger (Malmgren-Hansen et al., 2018). Da de samfunds- og boligmæssige forhold for kommunerne vil være forskellige, er der behov for at undersøge det konkrete potentiale i den enkelte kommune.

Roskilde Kommune har, som tidligere nævnt, udført et sorteringsforsøg med indsamlingen af MDK kombineret med plastaffald (Roskilde Kommune, 2021). Dette blev udført med en forsøgsbeholder på 370L, hvor kombinationen med plastaffald og MDK udgjorde 50% af pladsen, hvortil kombinationen af papir-, pap- og tekstilaffald udgjorde de øvrige 50%.

I forsøget er der fremvist et indsamlingspotentiale af MDK på ca. 249 gram/husstand/uge, hvilket er svarende til 12,95 kilo/husstand/år. I forsøget, er der udsorteret en mængde MDK på 164 gram/husstand/uge, hvilket er svarende til 8,53 kilo/husstand/år. Den resterende mængde MDK blev primært fundet i restaffaldet, hvor der indfandt sig en mængde svarende til 4,42 kilo/husstand/år, samt papir- og papfraktionen, hvor der indfandt sig 0,57 kilo/husstand/år. På trods af, at dette var en undersøgelse af kommunens forventede fremtidige indsamling, var det alligevel muligt at indsamle 66% af indsamlingspotentialet (Ibid.).

Solrød Kommune udførte før implementeringen af deres nye affaldsordning i 2020, en restaffaldsanalyse med formål om, at kortlægge affaldsmængderne i en-familieboliger (Solrød Kommune, 2020). Undersøgelsen tager udgangspunkt i 200 boligers restaffald fra én uge, og inkluderer derfor ikke mængderne af MDK, der kan indfinde sig som fejlsorteringer i de andre indsamlede fraktioner. I restaffaldsanalysen blev der fundet 292g MDK (husstand/uge), svarende til 15,18 kg/husstand/årligt (Ibid.).

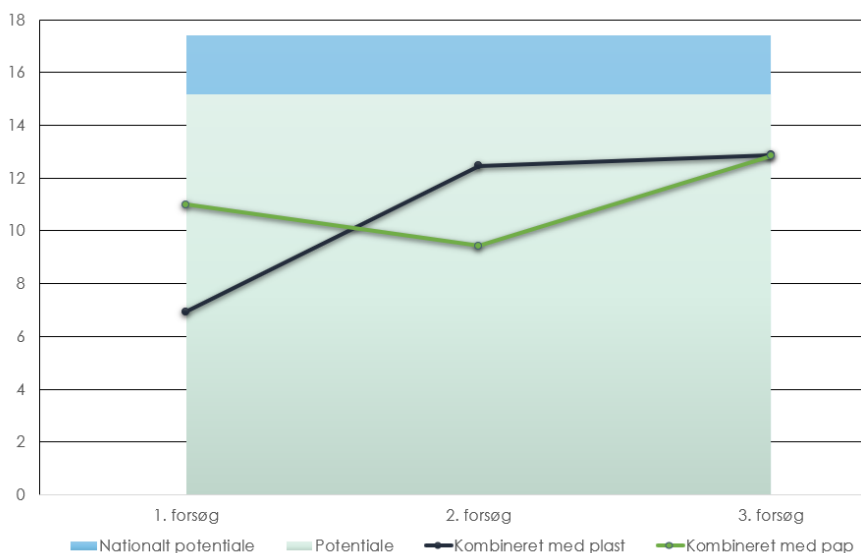
Da der ikke i forvejen er udarbejdet en opgørelse af MDK i andre fraktioner end restaffaldet, antages det, at de indsamlede 15,18 kg/husstand/år, er en minimumsværdi, som kan forventes i Solrød Kommunes indsamling. Det reelle indsamlingspotentiale kan derfor forventes at være højere, såfremt andre fraktioner undersøges. I forsøget i Roskilde Kommune, er 4% af indsamlingspotentialet fundet i den kombinerede papir- og papfraktion (Roskilde Kommune, 2021). Såfremt samme fordeling gør sig gældende i Solrød Kommune, vil det samlede indsamlingspotentiale være svarende til 15,81 kg/husstand/år.

5.3 IDENTIFICERING AF EN MULIG INDSAMLINGSPROCENT

Ud fra ovenstående indsamlingspotentiale, vil følgende afsnit omhandle undersøgelsen af mulige indsamlingsprocenter, for kombineret indsamling med henholdsvis plast- og papaffald fra forsøgsområderne i Solrød Kommune. Grundlaget for undersøgelsen af de to kombinerede indsamlinger er at skabe

et overblik over den potentielle indsamlingsprocent, samt eventuelle udfordringer, såfremt MDK indsamles med henholdsvis plast- eller papaffald.

Nedenstående figur 10 viser de to de indsamlede mængder i forsøgsområderne, det nationale potentiale - baseret på et litteraturstudie - samt det antagende indsamlingspotentiale i Solrød Kommune, præsenteret i forrige afsnit.



Indsamlingspotentiale

Figur 10. Indsamlingspotentiale fra affaldsanalysen i Solrød Kommune, samt forsøgsresultater fra kombineret indsamling med henholdsvis pap- og plastaffald (Bilag 20 - Resultater fra sorteringsforsøg med kombineret indsamling)

Opgørelsen er opgjort ud fra antal kg/husstand/år.

I den kombinerede indsamling med papaffald er der fundet 11,09 kg/husstand/år i gennemsnit. Hertil er den laveste måling af MDK 9,43 kg/husstand/år - den højeste var 12,85 kg/husstand/år (Bilag 20).

I den kombinerede indsamling med plastaffald, blev der fundet 10,76 kg/husstand/årligt i gennemsnit. Hertil var den laveste måling af MDK 6,93 kg/husstand/år - den højeste var 12,88 kg/husstand/år. Den mindste måling i indsamlingen kan dog begrundes med, at forsøget startede én uge inde i forsøgsperioden, og at der derfor kan have været forvirring hos forsøgsdeltagerne (Bilag 20).

Såfremt der tages udgangspunkt i hele forsøgsperioden, er der fundet sammenlignelige resultater for begge forsøgsområder. Specielt viser slutmålingen, at det er muligt at opnå en indsamlingsprocent på ca. 80% ved begge kombinationer. Baseres den mulige indsamlingsprocent ud fra et gennemsnit i forsøgsområderne, kan der opnås en indsamlingsprocent på henholdsvis 70% i kombinationen med papaffald og 68% i kombinationen med plastaffald. Indsamlingsprocenten for plastaffald er sammenlignelig med indsamlingsprocenten fundet i Roskilde Kommunes forsøg. De samlede forsøgsdata kan findes i Bilag 20.

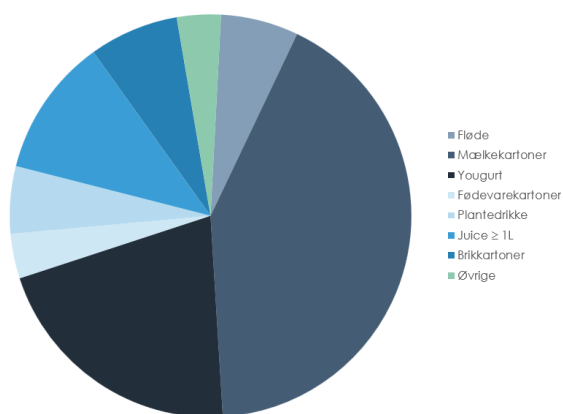
Grundet manglende danske erfaringer med indsamlingen af fraktionen, er der, som tidligere nævnt, endnu ikke fastsat krav til indsamlingsprocenten af MDK (Bilag 6). ACE anbefaler i deres hørings svar til affaldsbekendtgørelsen, at der fastlægges et nationalt mål for indsamlingen på 70%, for dermed at sikre,

at der indsamles et betydeligt omfang til genanvendelse (ACE, 2020a). I forhold til sorteringsforsøgene i Roskilde Kommune og Solrød Kommune, virker denne målsætning ikke til at være urealistisk.

En ny indsamlingsordning er samtidigt en proces, der både kræver ændring af borgernes vaner, hvortil det er nødvendigt at øge kommunikation af sorteringsvejledninger og kriterier. Ifølge Henning Jørgensen, chefkonsulent hos NIRAS, vil en ny indsamlingsordning først være fuldt udrullet efter to år, og en realistisk indsamlingsprocent kan derfor først foreligge herefter (Bilag 5).

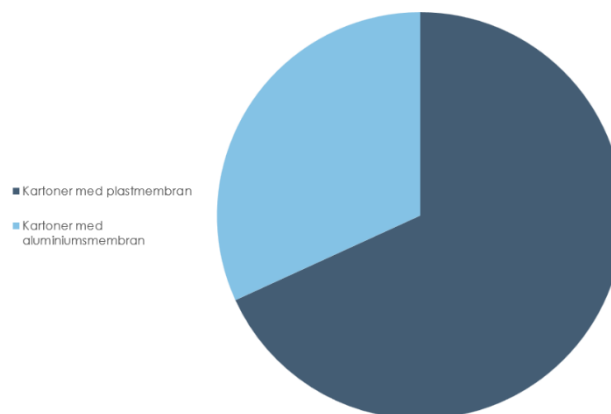
5.4 IDENTIFICERING AF PRODUKTER

For at systematisere produkttyperne, er det valgt at kategorisere dem ud fra overordnede kategorier, hvilket kan ses på figur 11, samt ud fra membrantype. I opgørelsen er der taget udgangspunkt data fra begge forsøgsområder, hvor det kan ses at den største andel af kartonerne vægtmæssigt er bestående af mælkekartoner, efterfulgt af yoghurt og juicekartoner, mens de øvrige kategorier udgør ca. 40% af den vægtmæssige andel (Bilag 20).



Kategorisering: Produkttyper

Figur 11. Vægtmæssig fordeling på produkttyper. Mælkekartoner var bestående af 42%, yoghurt 21%, fødevarekartoner 4%, plantedrikke 5%, juice 11%, brikkartoner 7%, fløde 6% og øvrige 4% (Bilag 20).



Kategorisering: Membrantype

Figur 12. Vægtmæssig fordeling af kartonerne fordelt på membrantype. A-MDK er bestående af 32%, mens K-MDK er bestående af 65% i opgørelsen (Bilag 20).

Kartonerne er fordelt efter membrantypen; A-MDK eller K-MDK, for dermed at kunne undersøge den potentielle mængde af materialer forbrugt i produktionen. Som nævnt i Afsnit 2.1, anvendes A-MDK oftest på langtidsholdbare produkter. I Europa er der generelt et højere forbrug af forarbejdede mejeriprodukter, hvilket oftest emballeres i kartoner med aluminiumsmembran (OECD/FAO, 2020). I Danmark, og generelt i norden, er der traditionelt et højere forbrug af friske mejeriprodukter (ARLA, 2013), der befinder sig i K-MDK, hvilket også kan ses på fordelingen af kartoner på membrantyper på figur 12.

Fordelingen af kartonernes membrantype antages at være bestående af 35% A-MDK og 65% K-MDK, hvilket betyder at den samlede forsyning af MDK er bestående af følgende:

Polymerer = 5.563 tons

Fibre = 20.936 tons = 26.875 tons

Aluminium = 376 tons

Forsyningen er baseret på opgørelsen af ACE (Bilag 10), mens fordelingen af materialerne i kartonerne stammer fra Carton Council (CCC, 2021).

Ovenstående materialer bør være det materielle genanvendelsespotentialt for den samlede mængde af MDK i Danmark. Som tidligere beskrevet, er der to typer af kartoner; A-MDK og K-MDK. Aluminiummet stammer fra A-MDK, der har behov for en ekstra ilt- og lysbarriere for at sikre en længere holdbarhed, hvortil polymererne stammer fra begge typer af kartoner. Polymererne, der anvendes i kartonerne, er både bestående af PE (polyethylene) og PP (polypropylen), der både findes som konventionel plast eller baseret på bioressourcer. Det ydre og indre plastlag i kartonen, er bestående LDPE (low-density polyethylen), hvortil låget på kartonerne oftest er bestående af HDPE (high-density polyethylen) eller PP (Zero Waste Europe, 2020).

Den primære andel af kartonerne er bestående af fibre, hvilket kan være en drivfaktor for at genanvende fraktionen på eksisterende europæiske papirmøller. Det er dog fortsat nødvendigt at genanvende polymerer og aluminium, samt bioforgasse den potentielle kontaminering, da disse samlet set udgør en større andel af de samlede mængder til genanvendelse.

I sorteringsvejledningen til forsøgene i Solrød Kommune, blev borgerne anvist til at tømme - men ikke skylle - kartonerne før de blev lagt i affaldsbeholderen (Bilag 2). Ud fra en optælling af kartonerne i forsøg 2 og 3, for begge kombinationer, blev der fundet ca. 1.800 kartoner, hvoraf 45% havde kartonåbning, 28% med skruelåg monteret og 27% med skruelåg aftaget. Det er derfor omkring halvdelen af kartonerne, hvor lågene er afmonteret fra kartonerne, inden de blev sorteret. Heraf blev skruelåget afmonteret på 57% af kartonerne i forsøget med pap, mens 47% var afmonteret i forsøget med plast (Bilag 20). Dette begrundes ved, at borgerne er blevet bedt om at afmontere lågene og udsortere dem med plastaffaldet - denne besked fik borgerne efter forsøget havde foregået i ca. tre måneder (Solrød Kommune, 2021).

Engangsplastdirektivet fastsætter foranstaltninger for at reducere plastaffald i havet, og tager derfor udgangspunkt engangsplastprodukter, som oftest findes på europæiske strande. Dette gøres gennem fastlæggelse af producentansvar på visse produkter, forbud mod udvalgte engangsprodukter, samt foranstaltninger for at mindske forbruget af visse produkter. Her fastlægges det, at engangsplastprodukter

(herunder kompositemballage), kun må markedsføre produkter med låg, hvis låget forbliver fastgjort i hele produktets brugsfase. Dermed skal producenter af MDK sikre, at låget er fastgjort, hvilket skal gennemføres inden 3. juli 2024 (EU, 2019b). Dette skal tages til efterretning før der etableres en kommunikationsindsats til borgerne.

5.5 UNDERSØGELSE AF KONTAMINERING

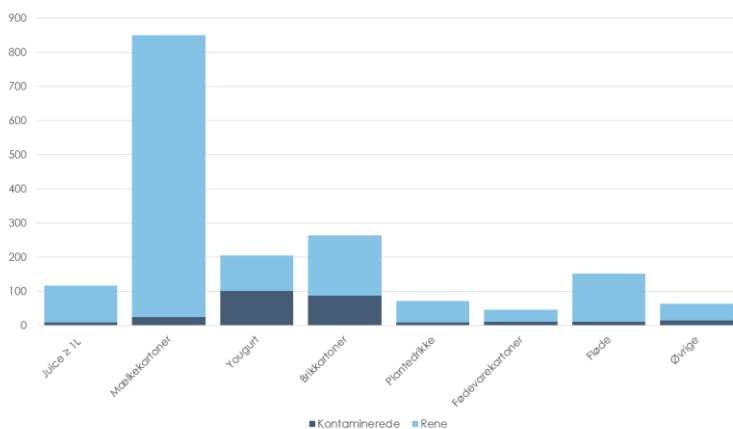
Udover kortlægning af produkt- og åbningstyper, blev kontamineringen af kartonerne undersøgt, samt hvorvidt der er en sammenhæng mellem kontamineringen, produkttyper og åbningstyper. Formålet var samtidigt at få en forståelse for mængden af intern kontaminering i kartonerne, for på denne måde, at kortlægge hvor meget MDK der kan indsamles, da indsamlingspotentialet er baseret på kildesorterede MDK inklusive kontaminering.

Der er en væsentlig difference mellem de ca. 34.800 tons, som er angivet i Handlingsplanen for cirkulær økonomi (Miljøministeriet, 2020a) og de ca. 27.000 tons, som er opgivet af brancheorganisationen ACE (Bilag 10). Forskellen vurderes dog til at være bestående af kontaminering, da vægten af kartonerne, angivet i Handlingsplanen, er baseret på data fra restaffaldsanalyser, hvilket betyder, at kartonerne derfor ikke nødvendigvis har været tømte for intern kontaminering. Differencen på ca. 7.900 tons vil derfor være intern kontaminering, bestående af rester fra mejeriprodukter og fødevarer eller fra udefrakommende faktorer (ekstern kontaminering).

$$34.800 - 26.875 = 7.925$$

mængder fundet i restaffaldet (tons) forsyningen af tom emballage (tons) Antaget kontaminering (tons)

I forhold til indsamlingsforsøgene i Solrød Kommune, er der udført en opgørelse af kontaminering, baseret på de enkelte produkttyper, samt hvorvidt lågene var monteret på kartonerne ved udsmidning. Opgørelsen, der ses på figur 13, er baseret på hvilke kartoner der er kategoriseret kontamineret i begge forsøgsområder.



Kontaminering

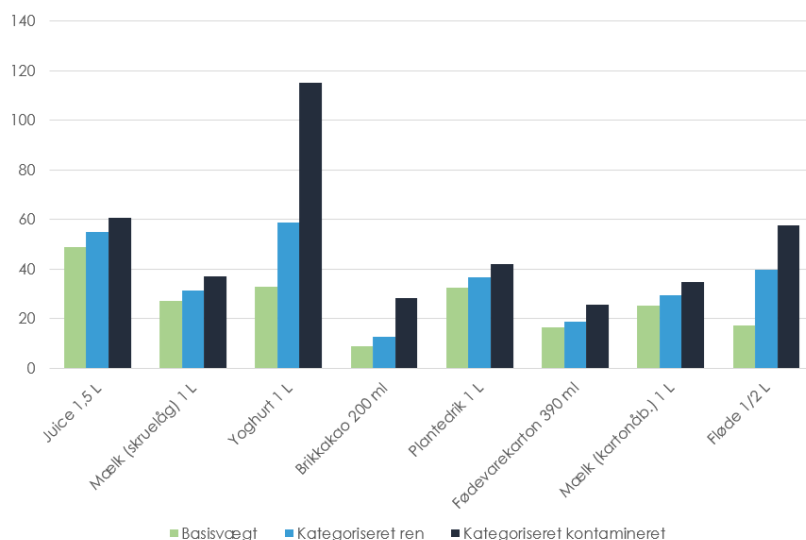
Figur 13. Kontaminering fordelt på produkttyperne, opgjort i antal samlet for sorteringsforsøg 2-3 i kombineret indsamling med plast og pap. .

I forsøget blev der fundet en større mængde kontaminering i produktkategorierne *yoghurt* og *brikkarton*. Brikkartonerne er dog vurderet som en fejlkilde, da det antages at komme fra samme husstand, og var derfor primært opgjort i den kombinerede indsamling med plast. Denne antagelse har baggrund i, at brikkartonerne kun blev fundet i særskilte poser ved indsamlingen. Produkttypen med det højeste antal kontaminede kartoner er *yoghurt*, hvilket kan begrundes med at indholdet er tyktflydende og svært at få ud af kartonen. Samlet var 15% af kartonerne vurderet kontamineret i indsamlingsforsøgene (Bilag 20).

I opgørelsen af kartonernes åbningstype, set i forhold til de kontaminede kartoner - og uden at medtage brikkarton - havde 56% af de kontaminede kartoner låget monteret, 6% af kartonerne havde kartonåbning, mens 38% havde låg afmonteret. Som nævnt i forrige afsnit, havde 28% af de indsamlede kartoner skruelåg monteret, og der er derfor en overrepræsentation af kontaminede kartoner med skruelåget monteret. Der er derfor, i dette forsøg, vurderet en sammenhæng mellem kontaminering og hvorvidt låget er monteret (Bilag 20).

Den vægtmæssige kategorisering af kartonerne, differentierer mellem de to forsøgsområder. I kombinationen med papaffald, var den vægtmæssige fordeling af kontaminede kartoner 19%, mens fordelingen i kombinationen med plastaffald var 26,5% (Bilag 20). Det antages derfor, at denne differentiering kan skyldes, at papaffald kendes som en ren og tør fraktion hos borgerne, og de derfor var mere opmærksomme på at tømme kartonerne inden sortering. Plastfraktionen er i højere grad bestående af kontaminede og våd emballage, hvilket derfor også kan have påvirket borgerne indirekte.

I forsøget er der yderligere undersøgt, hvor stor mængde af kontaminering der er i kartonerne i forsøget. Dette er beregnet på baggrund af kartonernes basisvægt, med udgangspunkt i et repræsentativt udsnit af produktkategorien, antallet af kartoner og den vægtmæssige opgørelse. Følgende har ført til opgørelse af den vægtmæssige kontaminering i produkttyperne for henholdsvis rene og kontaminede kartoner, hvilket er præsenteret på figur 14.



Kontaminering på produkter

Figur 14. Beregningen er baseret på den gennemsnitlige vægt af kartonerne kategoriseret henholdsvis kontaminede og rene. Kategorien Øvrige blev ikke opgjort grundet en bredt udsnit af forskellige karton størrelser (Bilag 19).

Opgørelsen er angivet i gram i gennemsnit for produktkategorien.

Opgørelsen af den gennemsnitlige kontaminering viser, at der har været kontaminering, i større eller mindre grad, i alle kartonerne. Det fremvises, at der er en høj grad af kontaminering, specielt i kategorierne *yoghurt, fløde og brikkartoner*. Derudover er kontamineringen beregnet til samlet at udgøre ca 35% af den indsamlede fraktion, hvilket er højere end den tidligere antagelse på 23%. Heraf er det beregnet, at kontamineringen i forsøget med papaffald var 33.5% af den vægtmæssige mængde, mens kontamineringen i forsøget med plastaffald stod for 36% (Bilag 19).

For at beregne den reelle genanvendelse, er det nødvendigt at kende kontamineringsgraden i de indsamlede mængder. Ligeledes kan opgørelsen anvendes som et pejlemærke for de produkter, der er særligt problematiske at tømme for borgerne, og som derfor har behov for et øget fokus, hvis mængden skal mindskes. Dertil skal det nævnes, at kontaminering ikke blot stammer fra indholdet i kartonerne, men også kan komme fra overfladekontaminering, forbundet med den kombinerede indsamling (ekstern kontaminering). Dette er ikke opgjort i denne undersøgelse, men det vurderes at det kan have været en faktor, specielt i indsamlingsforsøget med plastaffald, da dette oftere er kontamineret end papaffaldet.

5.6 AFFALDSBEHOLDERE OG TØMMEFREKVENNS

Til implementering af MDK som ny affaldsfraktion, vil der selvsagt være et behov for at kunne indsamle fraktionen. Uanset hvilken løsning der ønskes, er der behov for at kunne indsamle fraktionen i en fast beholder, da Regeringens Klimaplan opfordrer til at affaldet indsamles i beholdere, fremfor poser i stativ (Regeringen, 2020). Dertil er det i Klimaplanen beskrevet, at et almindeligt parcelhus maksimalt må have 2-4 affaldsbeholdere (Ibid.), hvilket stiller yderligere krav til kommunerne, når både typen af affaldsbeholder, tømmefrekvensen og driften skal planlægges og besluttet.

Gennem sorteringsforsøget i Solrød Kommune, er der foretaget volumenanalyser, der har kunnet vise den potentielle indsamling, såfremt en 240L affaldsbeholder er fyldt. Hertil har en rumopdeling på hhv. 60% og 40% gjort det muligt at undersøge hvilken tømmefrekvens der ville være nødvendig, såfremt disse rum er fyldt. På baggrund af denne volumenanalyse, er denne beholdertype, samt rumopdelingerne, valgt som udgangspunkt for videre analyse af tømmefrekvenserne, for både særskilt indsamling af MDK, indsamling kombineret med plastaffald, indsamling kombineret med plast- og metalaffald samt indsamling kombineret med papaffald. Dertil vil der løbende blive perspektiveret til Roskilde Kommunes forsøg med indsamling af MDK kombineret med plastaffald (Roskilde Kommune, 2021).

Udover sorteringsforsøget i Solrød Kommune, har kommunen selv udført en fyldningsgradsanalyse (Solrød Kommune, 2021), hvor det har været muligt at finde ud af, hvor fyldte de enkelte beholdere er på tømmedagen. Her har det vist sig, at såfremt en beholder med plastaffald og MDK tømmes hver 4. uge, kan 80,90% af kapaciteten udnyttes (se tabel 2). Modsætningsvis har Roskilde Kommunes undersøgelse af fyldningsgraderne vist, at kun 73,51% af kapaciteten udnyttes ved indsamling af samme kombination. Dog har undersøgelserne vist at 18% af borgerne, som har indsamlet MDK blandet med

plastaffald i Solrød Kommune, har haft for lav kapacitet i beholderen og har derfor lagt ekstra affald i en sæk, som herefter er taget med ved tømningen - herimod er det kun 7% af borgerne i Roskilde Kommune, som har haft for lav kapacitet. Hertil skal det pointeres, at der i Solrød Kommune kun har været 22 deltagere i indsamlingsforsøget, med kombineret indsamling af MDK og plastaffald, hvilket betyder, at det kun har været enkelte borgere, som har stillet en ekstra sæk frem til tømning (Bilag 20).

	Solrød Kommune	Roskilde Kommune
Indsamling	240 L beholder, etrum	370 L beholder, todelt (50%/50%)
Tømmefrekvens	4 uger	4 uger
Liter pr. uge	60 L	46,25 L
Fyldningsgrad (liter pr. husstand pr. uge)	48,54 L	34 L
Procentvis fyldningsgrad (liter pr. husstand pr. uge)	80,90%	73,51%
Boliger i forsøgsområde med underkapacitet (ekstra sæk stillet frem til tømning)	18%	7%

Tabel 2. (Bilag 21 & Roskilde Kommune, 2021)

Resultaterne af begge undersøgelser viser dog, at der er plads til forbedring, hvis der tages udgangspunkt i indsamlingspotentialerne. For Roskilde Kommunes vedkommende, er der fortsat en stor mængde plastaffald i restaffaldet - konkret findes omkring 45% af plastaffaldet stadig i restaffaldet (Roskilde Kommune, 2021). Det betyder, at der er et større potentiale for indsamlingen af plastaffald i Roskilde Kommune, men at der potentielt vil være mangel på kapacitet, såfremt der indsamles mere plast. For Solrød Kommune findes der ikke endnu en lignende opgørelse.

Mængden af indsamlet MDK og plastaffaldet vil selvsagt have en indvirkning på tømmefrekvens. Hvis der indsamles en lav mængde, vil antallet af tømninger kunne nedskaleres, hvorimod en større mængde vil resultere i en opskalering. Derfor er den potentielle mængde af MDK, plast-, metal- og papaffald vigtig at fastslå, for at kunne beregne en given tømmefrekvens.

Først og fremmest kan der være forskelle på indsamlingspotentialer fra kommune til kommune. Her vil restaffaldsanalyser, samt eventuelle analyser af eksisterende affaldsordninger, kunne bruges til at fastslå de potentielle mængder. Et eksempel på dette er den førnævnte undersøgelse fra Roskilde Kommune, hvor der er foretaget en analyse af de forskellige fraktioner før og efter forsøgets igangsættelse. Dette har givet kommunen muligheden for at undersøge effekten af sorteringen, samt hvorvidt borgerne forstår sorteringen. Som tidligere nævnt, har undersøgelsen vist, at der stadig findes en stor mængde plastaffald i restaffaldet, og derfor er der potentiale for en større indsamling. Dertil viser undersøgelsen,

at der stadig er ledig kapacitet i beholderen, og derfor vil der være potentiale for at øge indsamlingen, uden at skulle ændre på tømmefrekvensen.

En anden variabel er ved kombineringen med andre fraktioner. Her skal både mængden af MDK og den anden fraktion fastslås, hvorefter en fyldningsgradsanalyse skal iværksættes, for at kunne fastlægge en potentiel tømmefrekvens. Derudover vil en tredje variabel gøre sig gældende; beholderstørrelsen. En fyldningsgradsanalyse kan vise, hvor meget affald der kan indsamles pr. liter i en given affaldsbeholder, hvor selve beholderen og dens størrelse vil kunne afgøre den endelige tømmefrekvens. Her vil det være muligt at bruge data fra fyldningsgradsanalysen til at beregne, hvor mange liter affald en husstand producerer pr. uge. Herefter kan beholderens størrelse divideres med mængden af affald, og dermed kan tømmefrekvensen fastslås.

Efter ovenstående undersøgelser er foretaget, og der foreligger en konkret plan for implementeringen af fraktionen eller fraktionerne, skal der udarbejdes et udbud for tømningen af beholderne. Her skal der findes en renovatør, som har muligheden for at tømme affaldsbeholderne i den ønskede tømmefrekvens. Herefter er det op til renovatøren, i samarbejde med kommunen, at udarbejde den mest hensigtsmæssige ruteplan, så borgerne ved hvornår tømningerne finder sted. Her er det dog værd at huske, at såfremt det vælges, at alle borgere skal have ekstra beholdere, vil dette kræve højere økonomiske omkostninger (Bilag 7).

Slutteligt bør der planlægges en evaluering af ordningen efter ét til to års drift. Grundlaget for dette er, at effekterne af en affaldsordning først vil kunne ses efter en periode på ét til to år (Bilag 5). Ved denne evaluering, kan det være en fordel at udføre en affaldsanalyse, der både indeholder en undersøgelse af affaldets sammensætning og fyldningsgraderne ved tømning. Dette vil fastslå eventuelle optimeringspotentialer i den eksisterende ordning, samt kaste lys over borgernes sorteringseffektivitet.

5.7 NØGLEUDFORDRINGER OG POTENTIALER FOR ØGET CIRKULARITET

Gennem ovenstående kapitel, er det konstateret, at der er ganske få danske erfaringer med indsamlingen af MDK. Denne mangel på erfaring, samt mangel på et fyldestgørende datagrundlag, kan betyde, at der foretages fejlinvesteringer, når kommunerne skal implementere fraktionen. Hertil kan der specielt være potentiale for fejlinvesteringer omkring beholdere samt tømning af disse. Derfor bør der foretages mere dybdegående undersøgelser af indsamlingen, såsom forsøgene i Roskilde Kommune og Solrød Kommune, da dette kan give en forståelse for, hvilken beholderstørrelse der er ideel at bruge, samt hvilken tømmefrekvens der passer hertil. Dertil kan der være grundlag for, at flere kommuner undersøger indsamlingen af fraktionen, da der kan være forskelle i affaldssammensætningen i de forskellige kommuner.

Specifikt for MDK, er der konstateret sammenhæng mellem kontamineringsgrad og åbningstype. Eksempelvis er det fremvist, at kartoner, med låget skruet på, generelt har en højere kontamineringsgrad, end kartoner med kartonåbning eller låget skruet af.

HÅNDBTERING AF FRAKTIONEN

KAPITEL 6



Efter at have undersøgt indsamlingen af mad- og drikkekartoner, herunder undersøgelse af kvaliteten, vil dette afsnit omhandle den efterfølgende håndtering af fraktionen. Dette kapitel vil derfor undersøge forbehandlingen og sorteringen, som foregår inden fraktionen kan oparbejdes og indgå i nye produktionsprocesser. Da der også på dette område er mangel på danske erfaringer, vil der ligeledes foretages en undersøgelse af potentialerne og udfordringerne for etablering af et dansk oparbejdningsanlæg.

6.1 FORBEHANDLING OG SORTERING

For at sikre, at fraktionerne kan genanvendes, er det nødvendigt at udsortere dem i rene fraktioner, så de lever op til kravene for oparbejdningsanlæggene. Sortering på et sorteringsanlæg, giver kommunerne mulighed for at kombinere fraktioner fra husholdningerne, hvilket betyder, at der er behov for færre beholdere, hvilket er nævnt i forrige afsnit og hvilket vil blive yderligere beskrevet i næste kapitel.

Der har i Danmark ikke været tradition for større sorteringsanlæg af husholdningsaffald, eller for at forbehandle affaldet, for at sikre den efterfølgende oparbejdning af de indsamlede fraktioner (Miljøstyrelsen, 2015). En årsag til dette kan være, at der indtil nu har været en stor differentiering i de kommunale indsamlingsordninger, og det derfor ikke har været muligt, at sikre et stabilt input til processen. Derudover kan en af barriererne være, at kommunerne har haft mulighed for at eje forbrændingsanlæg, hvilket kan have betydet, at affaldsforbrænding har været favoriseret, og at det derfor har været svært for private virksomheder, at få adgang til de genanvendelige fraktioner. Dette kan specielt være med henblik på de fraktioner, der ikke har en positiv afsætningspris, og at forbrænding af mængderne derfor har været økonomisk fordelagtige. Ved at konkurrenceudsætte affaldssektoren forventes det, at private virksomheder vil have mulighed for at opnå en større mængde, hvilket vil medføre højere afsætnings-sikkerhed og mulighed for investering i større nationale sorteringsanlæg, hvilket på sigt forventes at kunne skabe stordriftsfordele (Regeringen, 2018).

I Tyskland er der etableret større sorterings- og behandlingsanlæg, med særligt fokus på sortering og behandling af emballageaffald fra husholdninger. Dette har bl.a. været grundet organiseringen af producentansvaret, der sikrer anlæggene en kontinuerlig volumen og derfor mulighed for investering i bedre sorteringsteknologi. Anlæggene har speciale i at sortere genanvendelige fraktioner, som husstandsindsamles i samme beholder (Bilag 13). Flere tyske anlæg har derfor erfaring og kendskab til sammenblandingen af MDK kombineret med henholdsvis plast- og metalaffald. Dog har de tyske anlæg ikke nødvendigvis kendskab til den danske sammensætning af metalaffaldet, hvilket kan sætte større krav til de danske sorteringsvejledninger, såfremt fraktionen skal afsættes til lignende sorteringsanlæg (Vestforbrænding, 2020).

Det er essentielt at have en høj afsætningssikkerhed, både for kommuner og affaldsselskaber, da en lav sikkerhed vil betyde at affaldet enten skal opmagasineres eller forbrændes. Det er derfor nødvendigt at sikre, at kombinationerne kan afsættes efter indsamling, enten direkte til oparbejdningsanlæg eller til sorteringsanlæg.

FORBEHANDLING AF DE INDSAMLEDE MÆNGDER

Med udgangspunkt i processerne i ARGOs opland, transporteres alle genanvendelige fraktioner til Gadstrup Genbrugsanlæg. På dette forbehandlingsanlæg presses visse fraktioner til baller (pap- og plastaffald), hvorefter de transporteres til et sorteringsanlæg eller direkte til genanvendelse. Plastaffaldet afsættes til sorteringsanlægget Hündgen Entsorgung i Tyskland, der udsorterer plastaffald med henblik på genanvendelse (Bilag 17). Papaffald sælges på spotmarked og afsættes derfor oftest direkte til papirmøller. Ved at balle fraktionerne, gøres det muligt at transportere større mængder på mindre plads, da fraktionerne er komprimeret. Der er i denne undersøgelse ikke fundet udfordringer med af balle MDK, hverken særskilt eller i kombination med plastaffald. Den kombinerede indsamling med papaffald afsættes på nuværende tidspunkt på spotmarked, hvortil udfordringen ved denne kombination er, at komprimering frygtes at kontaminere papfraktionen, og dermed påvirke afsætningsprisen. Der er relativt høje krav til renheden af papfraktionen, hvilket er opgivet i den europæiske standard *EN-643* (International Recycling, 2001), og kombinationen med MDK kan derfor frygtes at påvirke kvaliteten af den ellers rene og tørre papfraktion (Bilag 17).

ARGO har ikke tidligere ballet kombinationen plast- og metalaffald, men har i et forsøg undersøgt hvilke udfordringer der kan være ved at tillade denne kombination. Det var teknisk muligt at balle kombinationen, der dog slider mere på maskineriet på forbehandlingsanlægget, end hvis metalaffaldet ikke var kombineret. Det pointeres samtidig at metalaffaldet og plastaffaldet var filtet sammen - dog kun i mindre grad - hvilket kan skabe problemer på et sorteringsanlæg (Bilag 7 & 17). Det vurderes dog kun at have en mindre procentmæssig påvirkning.



SORTERING AF FRAKTIONERNE

Kildesorteret affald har oftest behov for yderligere sortering, for at sikre, at det ikke indeholder fejlsorteringer, og at det lever op til de kvalitetskrav, der stilles fra oparbejdningsanlæggene. I Tyskland har der i en årrække været etableret producentansvar på emballage og emballageaffald, hvor producenterne er organisatorisk- og økonomisk ansvarlige for håndteringen af deres produkter. Emballage i Tyskland indsamles enten særskilt (papir-, pap- og glasaffald) eller kombineret i en affaldsbeholder hvor plast- og metalaffald samt MDK indsamles kombineret. Ved at være en del af producentansvaret, har sorteringsanlægget derfor kapacitetssikkerhed, hvilket betyder, at anlægget har mulighed for at investere i nyere sorteringsteknologi, der kan sikre en høj sorteringseffektivitet (Bilag 13).

Hündgen Entsorgung har sorteret plastaffald for ARGO, hvortil kombinationen med MDK er blevet indskrevet i den nuværende kontrakt, som en tilladt kombination (Bilag 17). Det vurderes at anlægget ligeledes kan modtage fraktionen særskilt, og dermed sortere MDK, så det lever op til kravene fra oparbejdningsanlæggene (Bilag 13). Anlægget modtager ikke kombinationen af papaffald og MDK, hvilket antages er grundet, at oparbejdningsanlæggene ikke godtager kombinationen, da det ikke indsamles kombineret i det tyske affaldssystem. Hündgen Entsorgung modtager kun elementer mindre end 1000mm, hvilket vurderes tilstrækkeligt når størstedelen af metal- og plastaffaldet fra kommunerne antages at være emballageaffald (Ibid.).

Den konkrete sortering af kombinationerne sker bl.a. ved anvendelse af NIR-teknologi (Near Infrared, red.), manuel sortering, magnetseparatorer og vindsigter til at fjerne folier. Udfordringerne med at sortere MDK er, at det kan indfinde sig i forskellige formater, både med henblik på størrelse, farve og dimensioner (2D og 3D), samt i renhed (Bilag 13). Ved anvendelse af NIR-teknologi, genkendes fraktionen ud fra overfladen af materialerne. Hvis der hænger materialer fast til kartonerne, eller hvis kartonerne er dækket af andre materialer, kan der derfor være en sandsynlighed for, at kartonerne udgår som rejekt i sorteringsprocessen. Det er vurderet, i en undersøgelse af de tyske sorteringsanlæg, at sorteringseffektiviteten ved MDK er mellem 70-85%, alt efter anlæggets anvendte sorteringsteknologi (Cimpan et al., 2015). Hündgen Entsorgung har opgjort at deres anlæg kan opnå en sorteringseffektivitet af MDK på omkring 80%.



Efter kartonerne er sorteret balles de, hvorefter de afsættes til papirmøller af organisationen ReCarton, der er står for at afsætte kartonerne til de respektive papirmøller. ReCarton står yderligere for dokumentationen jf. emballagedirektivet, og kortlægger derfor mængden af indsamlet MDK, samtidig med at sikre, at kartonerne afsættes til genanvendelse (ReCarton, 2021).

En af udfordringerne med genanvendelse af emballageaffald, findes ved sporbarheden og dokumentationen af den reelle genanvendelse. Her har udfordringerne været at dokumentere genanvendelsen af plastaffald, da sorteringsanlæggene tidligere har afsat fraktionen til eksempelvis asien (Brooks et al., 2018). Da der i Europa er flere papirmøller, som efterspørger MDK, er der ikke de samme udfordringer ifm. afsætning. Derfor kan der være udfordringer med at dokumentere den konkrete behandling af danske kartoner, da de vil indgå i det tyske producentansvar. Dog kan materialerne fra sorteringsanlæggene spores, da det tyske producentansvar foreskriver, at der skal påsættes et klistermærke på de baller, som sorteringsanlæggene videresender til oparbejdningsanlæggene (Bilag 10). Dette betyder dog ikke, at de danske mængder kan spores - det er kun de samlede mængder fra sorteringsanlæggene som kan.

Et dansk sorteringsanlæg og danske genanvendelsesmuligheder, vil i højere grad gøre det muligt at spore og dokumentere genanvendelsen af kartonerne. Der er dog på nuværende tidspunkt ingen nationale oparbejdningsvirksomheder til genanvendelse af MDK, hvilket dog kan ændre sig når der etableres en national indsamling.

6.2 OPARBEJDNINGSPROCESSEN

Som tidligere nævnt, har der ikke været tradition for genanvendelse af MDK i Danmark, og der er derfor ikke etableret danske genanvendelsesmuligheder. Flere nærliggende europæiske lande har dog både indsamlet og genanvendt fraktionen i en årrække, og det er derfor muligt at drage erfaringer fra deres ordninger og anvende deres eksisterende systemer, indtil der etableres danske oparbejdningsanlæg.

Da der allerede etableret systemer for genanvendelse af MDK i andre europæiske lande, kan disse potentielt modtage de danske mængder. Der er i alt 20 europæiske papirmøller der kan modtage og anvende MDK (ACE, 2018).

I Sverige og Norge har der været tradition for at indsamle og behandle MDK i kombination med andre fiberfraktioner, hvilket efterfølgende behandles på papirmøllen Fiskeby Board i Sverige. Anlægget er dog det eneste af sin slags, som modtager MDK kombineret med papaffald, mens de andre europæiske anlæg oparbejder fraktionen særskilt i sin egen produktionslinje (Malmgren-Hansen et al., 2018). De andre europæiske anlæg, modtager fraktionen særskilt efter de er forberedt til genanvendelse på et sorteringsanlæg, hvor Fiskeby Board kan modtage kombinationen direkte.

På papirmøllerne opskæres kartonerne, hvorefter organisk materiale udvaskes og fibre nedbrydes. Derefter adskilles rejekt, der hovedsageligt er bestående af PolyAl, mens fiber-pulpen anvendes videre i oparbejdningsprocessen på anlægget (Kenniscentrum Nascheiding, 2010). Ud fra den nye europæiske

opgørelse af den reelle genanvendelse, vil målepunktet være efter PolyAl-fraktionen er udgået som re-jekt, da den efterfølgende proces omhandler oparbejdning til nye produkter (EU, 2019a). Ifølge Zero Waste Europe, forventes det, at der efterfølgende vil være et fibertab på omkring 19%, der ikke egner sig til genanvendelse (Zero Waste Europe, 2020). Dette sker i oparbejdningsprocessen, som ikke medtages i beregningen af den reelle genanvendelse.

Intern kontaminering, eksempelvis mælk, juice, yoghurt og sauce, der udvaskes i processen, anvendes på et vandcirkuleringsanlæg, hvor det organiske materiale afgasses på et dertilhørende biogasanlæg. Der er kendskab til at denne proces anvendes på både Fiskeby Board (Fiskeby Board, 2021) og Niederauer Mühle (Niederauer Mühle, 2021). Der er ikke en konkret opgørelse af hvor meget organisk materiale der udvaskes, og der er flere faktorer der gør sig gældende, for at kortlægge præcis hvor det organiske materiale udgår i processen. Det er dog fortsat essentielt, at kontamineringen nedbringes fra husholdninger, for at mindske vandforbruget på oparbejdning anlægget (Bilag 13 & Bilag 14).

Da Fiskeby Board på nuværende tidspunkt ikke har ledig kapacitet, og samtidigt ikke har planlagt at øge kapaciteten (Bilag 15), vil afsætningsikkerheden ved den kombinerede indsamling med papaffald være meget lav. Hertil skal det forstås, at afsætningsikkerheden er essentiel, da denne sikrer, at kartonerne ikke forbrændes. Alternativt kan kartonerne udsorteres på et sorteringsanlæg, hvorefter de kan afsættes som en særskilt fraktion. Lignende problemstillinger er ikke fundet ved behandling på det tyske marked, der fortsat har kapacitet til at genanvende fraktionen (Bilag 10).

Både Fiskeby Board og Niederauer Mühle har ligeledes angivet at de kun modtager fraktionen i henhold til den europæiske standard EU-643, der fastlægger at 50% af samlede vægt af MDK skal indeholde fibre (International Recycling, 2001).

KVALITETSKRITERIER FOR FRAKTION TIL OPARBEJDNING

Kildesorteret emballage er generelt ofte kontamineret, da det ofte anvendes til emballering af fødevarer, hvilket også gør sig gældende for MDK. Ud fra undersøgelsen af kontaminering i Solrød Kommune, er der eftervist store forskelle på mængden af kontaminering af de enkelte produkter, hvilket kan påvirke oparbejdningsprocessen. Hertil er der to nøgleudfordringer der gør sig gældende i forhold til kontaminering i oparbejdningsprocessen; mængden af kontaminering og tidsperioden fra indsamling til genanvendelse (Bilag 14).

I produktspecifikationen, der fastlægger modtagekrav til kvaliteten af kartonerne for papirmøllerne, fastlægges det, at der maksimalt må være 8% kontaminering, hvilket både inkluderer intern og ekstern kontaminering (Bilag 18).

Ekstern kontaminering er bestående af udefrakommende materialer, hvilket eksempelvis er pap, metal og plast. I specifikationen er der fastsat specifikke krav til hvor store mængder af de enkelte fremmede materialer, der maksimalt må indfinde sig i ballerne. Hvis ballerne ikke lever op til produktspecifikationen, sendes de tilbage til sorteringsanlægget, eller i enkelte tilfælde til forbrænding (Bilag 10).

Intern kontaminering er specielt en udfordring i højere temperaturer, samt i våde og fugtige forhold, hvor den biologiske proces fremskyndes og i højere grad tiltrækker insekter (Bilag 13). I tilfælde af en høj mængde kontaminering, afvises læsset, mens det ligeledes kan afvises, hvis der er tydelige tegn på skimmel, insekter eller at ballen generelt står i forfald (Bilag 18). Den biologiske proces ødelægger i visse tilfælde fibre, der i yderste tilfælde betyder, at de ikke kan genanvendes. Tidsperioden fra indsamling til genanvendelse anses derfor som en udfordring i den nuværende behandling, hvilket kan påvirke den efterfølgende mulighed for genanvendelse (Bilag 14). Dette skal tages i betragtning ved vurdering af indsamlingsordningerne, da tidsperioden kan variere i de enkelte affaldsordninger. Med henblik på mængderne, fundet i sorteringsforsøgene i Solrød Kommune, hvor kontaminering er vurderet til at være bestående af omkring 35% af den vægtmæssige mængde, er der behov for at mindske mængden af intern kontaminering. Hertil anbefaler EXTR:ACT, at MDK indsamles i en tømme frekvens på 2-3 uger (Bilag 13).

Efter MDK-producenterne har udviklet lukkefunktionerne, blandt andet med skruelåg, har papirmøllen Niederauer Mühle oplevet en højere kontamineringsgrad i deres spildevand. Dette skyldes, at den interne kontaminering er blevet forhøjet gennem produktudviklingen (Bilag 14). For meget intern kontaminering vil have en påvirkning på vandforbruget på anlægget, da der vil være behov for en grundigere udvaskning af det organiske materiale (Ibid.).

REJEKT FRA PROCESSEN

Som nævnt udskilles både PolyAl samt intern- og ekstern kontaminering fra genanvendelsesprocessen på papirmøllerne. Den interne kontaminering udgår og anvendes til biogas, mens den eksterne kontaminering og PolyAl fraktionen adskilles senere i processen.

PolyAl fraktionen bliver generelt ikke genanvendt på nuværende tidspunkt. Der findes dog enkelte virksomheder som kan genanvende fraktionen, hvor bl.a. Ecoplasteam, Recon Polymers og Palurec alle er virksomheder der kan genanvende PolyAl (ACE, 2020b & Bilag 13). Der er dog begrænset kapacitet og det er derfor ikke muligt at genanvende den fulde europæiske mængde PolyAl (Bilag 12).

Oftest udgår PolyAl fra oparbejdningsprocessen som rejekt og forbrændes enten på anlægget til procesenergi, eller på et forbrændingsanlæg. Ved forbrænding af PolyAl fraktionen forventes det, at aluminium udgår som slagter. I et dansk perspektiv, forventes PolyAl fraktionen at udgøre af ca. 23% af vægten i MDK-fraktionen, og der er derfor et relativt stort tab ved ikke at genanvende fraktionen. Yderligere udgår omkring 1% af fibre sammen med PolyAl, hvilket betyder at der er et mindre fibertab tidligt i processen.

Der er fortsat brug for flere aktører som kan behandle PolyAl-fraktionen, samt nye teknologiske løsninger, der kan sikre at mindst muligt materiale ender i forbrændingen.

ETABLERINGEN AF EN NATIONAL OPARBEJDNING

De danske mængder af MDK er relative små, set i forhold til de samlede europæiske mængder (Bilag 10). Dog vil den nationale indsamling potentielt skabe muligheden for, at der kan etableres et nationalt anlæg der kan genanvende kartonerne, da kartonernes fibre er eftertragtet af papirmøller med behandlingsmulighederne.

Skjern Paper er umiddelbart den eneste danske papirmølle, der har valgt at undersøge mulighederne for at etablere et anlæg til behandling af fraktionen (Bilag 9). Overvejelserne er, at anlægget skal kunne håndtere den samlede nationale fraktion, både fra husholdninger og fra industrien. Ligeledes forventer de at kunne håndtere andre laminerede produkter, primært bestående af fibre, hvilket ikke tillades på de fleste andre europæiske anlæg. Her er det kun kendskab til at papirmøllen SONOCO i England modtager og oparbejder andre papirlaminerede produkter (Bilag 12).

Skjern Paper har dog ingen planer for genanvendelse af PolyAl fraktionen, men forventer at anvende den til procesenergi på anlægget. Projektet er en større investering for papirmøllen, og de forventer derfor at ansøge om fonde til finansieringen. Hvis anlægget bliver en realitet, forventes det tidligst at stå færdigt i 2023, hvilket dog baseres på den antagelse, at anlægget ikke får problemer med miljøgodkendelser (Bilag 9).

Danish Recycling Technology & Solutions har i mindre skala forsøgt at adskille materialerne fra MDK. Teknologien der anvendes, kan yderligere anvendes på andre kompositemballager fra husholdninger, hvilket både inkluderer metalliseret plast, papirlaminerede produkter, samt kompositter fra diverse industrielle processer. Der anvendes en kombination af mekanisk-, kemisk- og termisk behandling, hvilket betyder, at ikke alle materialer kan afsættes i fast form. Dette gør sig gældende for aluminium, der opløses og efterfølgende kan anvendes som erstatningsprodukt for jernklorid til spildevandsrensning. Plasten forventes dog at kunne afsætte som en fast fraktion (Bilag 8). Virksomheden forsøger på nuværende tidspunkt at etablere et prototypeanlæg, og er i gang med at etablere partnerskaber, med henblik på teknologiudvikling og etablering af en konkret forretningsmodel (Ibid.). Det er derfor nødvendigt at få dokumenteret og optimeret processen, så det potentielt kan opskaleres. Projektet bør følges tæt, da løsningen har potentiale for at løse de nuværende behandlingsproblemer af PolyAl-fraktionen.

Både Danish Recycling Technology & Solutions og Skjern Paper ønsker at modtage fraktionen særskilt, da der kan være udfordringer hvis de kombinerede materialer kommer ind i processerne.

Udviklingen af et nationalt marked for genanvendelse af MDK kan derfor være på vej, dog er det nødvendigt at undersøge forskellige sorteringsmuligheder. I tilfælde af afsætning til tyske sorteringsanlæg, mister kommunerne muligheden for at dirigere fraktionen tilbage til Danmark. Hvis formålet er at etablere en national behandlingsmulighed, bør der undersøges mulige samarbejder på tværs af den nationale værdikæde, for at etablere en cirkulær proces fra kildesortering til genanvendelse.

6.3 UDFORDRINGER FOR GENANVENDELSE

Gennem analyse af hvordan MDK håndteres efter indsamling, er det konstateret, at såfremt der skal forbrændes en mindre mængde affald, skal mængden af affald der genanvendes selvsagt øges. Derfor er der behov for mere - og bedre - sortering af affaldet, for at kunne opnå en høj mængde til oparbejdning. Hertil er der behov for teknologiudvikling på sorteringsanlæggene, så det sikres, at mængderne af MDK, der ender som rejekt, minimeres. Det kan ligeledes konstateres, at det er muligt at bruge det tyske system til genanvendelse af MDK, da systemet både kan sortere fraktionen samt afsætte den til oparbejdning. Hertil er det dog nødvendigt at afklare, hvorvidt der vil være udfordringer i forbindelse med sporbarheden og dokumentationen af genanvendelsen. Samtidigt har det tyske system en udfordring omkring genanvendelsen af PolyAl-fraktionen, da markedet for PolyAl ikke er stort nok til at kunne tage imod de danske mængder.



A photograph showing a person's hands holding a carton of soy drink over a trash bin. The person is wearing a black watch. The trash bin is lined with a black plastic bag. The carton is labeled 'DKOLOBISK SOYA DRIK' and '100% PLANTEBASERT'. The background shows a white wall and a potted plant.

UNDERSØGELSE OG VURDERING OG INDSAMLINGSSCENARIER

KAPITEL 7

I dette kapitel vil der foretages en undersøgelse af de fire indsamlingsscenarier, som er vurderet relevante, når mad- og drikkekartoner skal indsamles. Her vil de fire scenarier være; særskilt indsamling af MDK, indsamling af MDK kombineret med plastaffald, kombineret med plast- og metalaffald samt kombineret med papaffald. For hvert scenarie vil der foretages en undersøgelse af den potentielle tømme-frekvens, samt hvilke potentialer og barrierer der eksisterer, når fraktionen indsamles. Dertil vil der foretages en undersøgelse af sorteringen og genanvendelsen af fraktionen, hvilke økonomiske forudsætninger dette medbringer samt en beregning af den reelle genanvendelsesprocent. Efter disse undersøgelser, vil der gøres brug af tre overordnede kriterier til vurdering af de fire scenarier. Kriterierne omhandler den økonomiske påvirkning, erfaringsniveauet og den miljømæssige påvirkning. Som nævnt i undersøgelsens afgrænsning, er undersøgelsen af indsamlingsscenarierne ikke en forecasting. Undersøgelsen er derimod en kortlægning af de forventede processer, således at der simuleres hvordan håndteringen forventes at se ud. Dermed undersøges udfordringerne og mulighederne for det enkelte indsamlingsscenarie, der senere sammenlignes og vurderes for at danne et beslutningsgrundlag i den kommunale indsamling.



7.1 INDSAMLINGSCENARIE 1 - SÆRSKILT INDSAMLING

Når en ny fraktion skal implementeres, vil det logiske udgangspunkt være, at indsamles den særskilt. På denne måde sikres det at MDK ikke bliver påvirket af andre affaldsfraktioner. Når en fraktion holdes for sig selv, og dermed ikke blandes med andre, vil den som udgangspunkt kunne afsættes uden efterfølgende sortering, hvis det antages at fraktionen lever op til produktspecifikationerne fra papirmøllerne (Bilag 18). Nedenstående afsnit vil derfor omhandle den særskilte indsamling af MDK, for at finde påvirkning for netop denne type af indsamling.

BEHOLDERSTØRRELSE, FYLDNINGSGRADER OG TØMMEFREKVENNS

For at skabe muligheden for en særskilt indsamling af MDK, vil det være nødvendigt at undersøge, hvilken beholder der kan anvendes til fraktionen, hvor fyldt denne beholder vil være indenfor et givent tidsrum, samt hvilken tømme frekvens der passer hertil. Denne viden kan skabes ud fra sorteringsforsøget i Solrød Kommune, hvor der blev udført et volumenforsøg for fraktionen, såfremt denne bliver særskilt indsamlet (Bilag 21). Gennem forsøget er der både brugt en todelt affaldsbeholder på 240L, med en rumopdeling på hhv. 40% og 60%, samt en enkeltrums affaldsbeholder på 240L. For at skabe det bedst mulige datagrundlag, er der foretaget tre forskellige volumenforsøg; ét hvor alle kartoner er intakte og dermed ikke komprimeret, ét hvor alle kartoner er komprimeret og ét med udgangspunkt i et repræsentativt gennemsnit af de sorterede kartoner. Dette vil give muligheden for at planlægge ud fra et "best case" eller "worst case" scenarie, hvor borgerne enten komprimerer alle kartoner, eller undlader komprimeringen. Resultaterne fra forsøgene kan ses i tabel 3.

	Ikke komprimeret	Komprimeret	Forsøgsdeltagere*
240L			
Antal (stk.)	110,4	187,2	172,8
Mængde (kg)	4,2	6,25	5,98
Frekvens (uger)	16,8	25	23,92
Fyldningsgrad ved 4-ugers tømning (%)	23,81	16,00	16,72
144L			
Antal (stk.)	66,24	112,32	103,68
Mængde (kg)	2,52	3,75	3,59
Frekvens (uger)	10,08	15	14,36
Fyldningsgrad ved 4-ugers tømning	39,68	26,67	27,86
96L			
Antal (stk.)	44,16	74,88	69,12
Mængde (kg)	1,68	2,49	2,39
Frekvens (uger)	6,72	9,96	9,56
Fyldningsgrad ved 4-ugers tømning	59,52	40,16	41,84

Tabel 3. Resultater af volumenforsøg (Bilag 21). *som afleveret af forsøgsdeltagerne.

Ud fra ovenstående opgørelse, er det muligt at give konkrete kvalificerede bud på, hvilken tømmefrekvens der er påkrævet, såfremt en given affaldsbeholder skal fyldes 100% med MDK. Det har ligeledes været muligt at give konkrete bud på, hvilken fyldningsgrad der findes i beholderne, såfremt der foregår tømning hver 4. uge. Slutteligt har undersøgelsen også vist, hvilken tømmefrekvens og fyldningsgrad der potentielt kan findes, hvis MDK har samme komprimeringsgrad som gennemsnittet af det sorterede MDK (Bilag 22).

Indsamling i en enkeltrums affaldsbeholder på 240L	
Tømmefrekvens ved 100% fyldningsgrad	16,8-25 uger
Fyldningsgrad ved 4-ugers tømning	16,00-23,81%
Ud fra det repræsentative gennemsnit af sorterede MDK	
Tømmefrekvens ved 100% fyldningsgrad	23,92 uger
Fyldningsgrad ved 4-ugers tømning	16,72%

Tabel 4. Sammenfatning ved anvendelse af 240L affaldsbeholder (Bilag 21).

Indsamling i en todelt affaldsbeholder på 240L (60%-fordeling)	
Tømmefrekvens ved 100% fyldningsgrad	10,08-15 uger
Fyldningsgrad ved 4-ugers tømning	26,67-39,68%
Ud fra det repræsentative gennemsnit af sorterede MDK	
Tømmefrekvens ved 100% fyldningsgrad	14,36 uger
Fyldningsgrad ved 4-ugers tømning	27,86%

Tabel 5. Sammenfatning ved anvendelse af todelt 240L affaldsbeholder (60% fordeling)

Indsamling i en todelt affaldsbeholder på 240L (40%-fordeling)	
Tømmefrekvens ved 100% fyldningsgrad	9,96-6,72 uger
Fyldningsgrad ved 4-ugers tømning	40,16-59,52%
Ud fra det repræsentative gennemsnit af sorterede MDK	
Tømmefrekvens ved 100% fyldningsgrad	9,56 uger
Fyldningsgrad ved 4-ugers tømning	41,84%

Tabel 6. Sammenfatning ved anvendelse af todelt 240L affaldsbeholder (40% fordeling)

Såfremt en given kommune ønsker den særskilte indsamling i en anden beholder, end de der er præsenteret ovenfor, vil der kunne tages udgangspunkt i den mængde MDK, der er præsenteret i tabel 3.

Dog kan det, ud fra tabel 3, anbefales at gøre brug af en beholderstørrelse på 96L eller mindre, da fyldningsgraden ved 4 ugers tømning vil være mellem 40,16-59,52%, hvorimod fyldningsgraden kun vil være 16,00-23,81% ved en beholderstørrelse på 240L. Dermed vil en lavere beholdervolumen være ensbetydende med en højere fyldningsgrad, såfremt beholderen tømmes hver 4. uge. Med udgangspunkt i at der etableres en tømme frekvens på 8 uger, i 40%-delen af en 240L beholder, vil fyldningsgraden være 83,68%. Dette kan skabe udfordringer, da dette forudsætter at fraktionen, som indsamles i de resterende 60% af beholderen ligeledes kan følge samme tømme frekvens (Bilag 22).

UDFORDRINGER VED INDSAMLINGEN

Ved implementeringen af en ny fraktion, der skal indsamles særskilt, vil der være forskellige udfordringer. Selvom den særskilte indsamling giver forskellige muligheder, blandt andet at mindske ekstern kontaminering af fraktionen, giver indsamlingen andre logistiske udfordringer, som skal tages med i betragtning.

Såfremt der vælges en løsning, hvor fraktionen skal indsamles i en todelt affaldsbeholder, skal der enten indkøbes en affaldsbeholder, eller indkøbes skillerum der herefter skal monteres i eksisterende beholdere. Bliver det besluttet, at fraktionen indsamles i en eksisterende todelt beholder, vil det risikere at skabe en problematik i forhold til fyldningsgraden og tømme frekvensen, da fraktionen er nødsaget til at følge tømme frekvensen for beholderens anden fraktion. Alternativt skal andre fraktioners tømme frekvens følge MDK's, der tidligere er beskrevet. Der er ikke kendskab til erfaringer med hverken indsamling eller afsætning af fraktionen, såfremt den indsamles særskilt. Derfor kan der være udfordringer med selve etablering af indsamling, netop grundet de manglende erfaringer.

Selve fraktionen er let genkendelig grundet kartonernes materiale og udseende. Derfor vurderes det at kildesorteringen potentielt vil kunne ske uden større fejlsorteringsgrad.

SORTERING AF FRAKTIONEN

Efter indsamlingen af fraktion, vil der ved særskilt indsamling, være flere muligheder for afsætning. Hvis fraktionen indsamles uden en større mængde fejlsorteringer, og i en kvalitet svarende til den europæiske standard for pap- og papirkvalitet EN-643 (International Recycling, 2001), vil fraktionen kunne afsættes direkte til papirmøllerne, og har dermed ikke behov for sortering på et sorteringsanlæg. Dette forudsætter at fraktionen lever op til produktspecifikationen (Bilag 18). Den tyske papirmølle Niderauer Mühle, modtager udelukkende fraktionen gennem producentansvarsorganisationen ReCarton (Bilag 10 & Bilag 14), og det er derfor nødvendigt at kortlægge hvilke papirmøller der kan modtage udenom producentansvaret. Grundet svingende kvalitet fra indsamlingen, bør det dog forventes at kun en mindre andel af kartonerne vil afsættes ved direkte afsætning.

Såfremt at det vurderes, at kvaliteten i de indsamlede mængder ikke lever op til produktspecifikationen, bør fraktionen afsættes til sortering for at mindske sandsynligheden for at fejlsorteringer modtages på

papirmøllen (Bilag 13). Produktspecifikationen fastsætter at der maksimalt må være 8% ekstern kontaminering ved modtagelse på papirmøllen. I forsøgsordningerne i Solrød Kommune, er der samlet fundet fejlsorteringer svarende til ca. 10% af den samlede vægt, hvilket er over den tilladte værdi (Bilag 20). Grundet manglende kendskab til mængden af fejlsorteringer ved særskilt indsamling, antages det at fejlsorteringerne vil være bestående af mindre end 8%, da fejlsorteringerne vurderes at have en forbindelse til de kombinerede materialer (Bilag 20). Det antages derfor at fraktionen kan afsættes direkte til papirmøllerne, hvis den indsamles særskilt. Der kan dog potentielt være udfordringer med afsætnings sikkerheden, i tilfælde af at fejlsorteringerne overgår grænseværdierne i produktspecifikationen. I tilfælde af at fraktionen afsættes til sortering, vil det ifølge Hündgen Entsorgung være muligt at opnå en sorteringseffektivitet på 98% (Bilag 13).

GENANVENDELSE AF FRAKTIONEN

Flere europæiske papirmøller kan modtage og behandle fraktionen til genanvendelse, udfordringen er dog at sikre kvaliteten i mængderne fra husholdninger (ACE, 2017). I tilfælde af at fraktionen afsættes til sorteringsanlæg, sikre producentansvarsorganisationen ReCarton, at fraktionen afsættes til papirmøllerne efter sorteringen (Bilag 10).

Ved modtagelsen på papirmøllen, udføres der en kvalitetskontrol af ballerne, som afgør hvorvidt materialet genanvendes eller afvises. Lever kvaliteten ikke op til produktspecifikationen (Bilag 18), afvises læsset, og det sendes derefter tilbage til afsenderen for at blive sorteret igen. I enkelte tilfælde risikeres det, at kvaliteten er så dårlig, at ballen sendes til forbrænding (Bilag 14). Udfordringerne med henblik på særskilt indsamling er fraktionens størrelse betyder længere tid mellem tømning. Dette betyder kartonerne potentielt kan have en lang tidsperiode fra kildesortering til genanvendelse, hvilket kan have en betydning for hvorvidt fibrene egner sig til genanvendelse. I tilfælde af at ballerne har begyndende dannelse af mug, eller der er en større mængde insekter, afvises ballen grundet manglende kvalitet og anvises til forbrænding (Ibid.).

Udfordringen med særskilt indsamling er derfor at sikre, at tidsperioden fra kildesortering til genanvendelse ikke bliver så lang, at fraktionen går i forfald og dermed afvises på anlægget. Det er derfor nødvendigt at undersøge hvilken tømmefrekvens der skal etableres, for at kvaliteten af de indsamlede mængder er så høj, at disse ikke afvises.

ØKONOMISKE FORUDSÆTNINGER

Såfremt MDK skal indsamles i en særskilt enkeltrums affaldsbeholder, vil kommunen skulle indkøbe nye affaldsbeholder gennem et udbud. Herefter skal der beregnes en tømmefrekvens, baseret ud fra fyldningsgraden og beholderstørrelsen. Som tidligere beskrevet, vil beholderens størrelse have stor betydning for tømmefrekvensen. Når beholderens størrelse er fastslået, er det herefter muligt at beregne en given tømmefrekvens, der herefter vil ligge til grund for et udbud, der skal sikre tømning af beholderne, hvilket foregår under samme vilkår som ved beholderudbuddet.

Ingen danske kommuner har i forvejen etableret henteordning af den særskilte fraktion i affaldsbeholder (Miljøstyrelsen, 2020b). Den særskilte indsamling vil derfor betyde, at der vil være økonomiske omkostninger i takt med, at beholderne til fraktionen skal indkøbes og tømmes. Dertil forventes der økonomiske omkostninger i forbindelse med driften af ordningen. Omkostningerne forventes at opstå i forbindelse med, at kommunens og renovatørens driftssystemer skal optimeres, så den nye fraktion implementeres, hvortil også tømmeruterne planlægges (Bilag 7).

Ved afsætning af fraktionen skal der forventes en negativ afregning, da afsætningsprisen estimeres til at være mellem 250kr og 350kr. Afsætningsprisen er baseret ud fra prisen på den kombinerede indsamling med papaffald, hvilket er beregnet af Vestforbrænding. Derfor er der ikke en konkret pris på afsætningen af den særskilte fraktion, men et beregnet estimat, hvilket kan medbringe usikkerheder (Vestforbrænding, 2020).

BEREGNING OG ESTIMERING AF REEL GENANVENDELSE

Den særskilte indsamling af MDK er en godkendt indsamling jf. affaldsbekendtgørelsen, og det er derfor også essentielt at undersøge den potentielle genanvendelsesprocent for netop denne indsamlingsmulighed. Antagelserne er udarbejdet på baggrund af resultaterne fra sorteringsforsøget i Solrød Kommune, nationale tal samt estimater, der vurderes repræsentative med henblik på den efterfølgende behandling. Det antages at fraktionen afsættes direkte til oparbejdningsanlæg. Det anvendte data inkluderer tabsrater i de enkelte led ved håndteringen af fraktionen, hvilket skal inkluderes jf. EU's nye beregningsmetode for genanvendelse (EU, 2019a).

- Det antages at indsamlingsprocenten er svarende til 69% af det samlede indsamlingspotentiale, hvilket er tilsvarende gennemsnittet, fundet i sorteringsforsøgene i Solrød Kommune.
- Mængden af kontaminering i kartonerne er vurderet til at være 36%. Der tages udgangspunkt i, at dette kan differentiere og det er vurderet at der er en usikkerhed på $\pm 5\%$. Kontamineringen fjernes på papirmøllen.
- Ved antagelsen om, at fraktionen afsættes direkte til papirmøllerne, vil der være en sandsynlighed for, at der vil være en given mængde svigtelæs, hvilket vurderes af modtageranlægget. Det vurderes at 97% af fraktionen vil blive godkendt, med en indlagt usikkerhed på $\pm 2\%$ (Bilag 13).
- Rejekt på papirmøllen er vurderet til udelukkende at være bestående af PolyAl, svarende til 22,5% af fraktionen, hvilket på nuværende tidspunkt forbrændes.
- Adskillelse af rejekt vil medføre et fibertab på ca. 1%, hvilket sendes til forbrænding sammen med de øvrige mængder af rejekt.

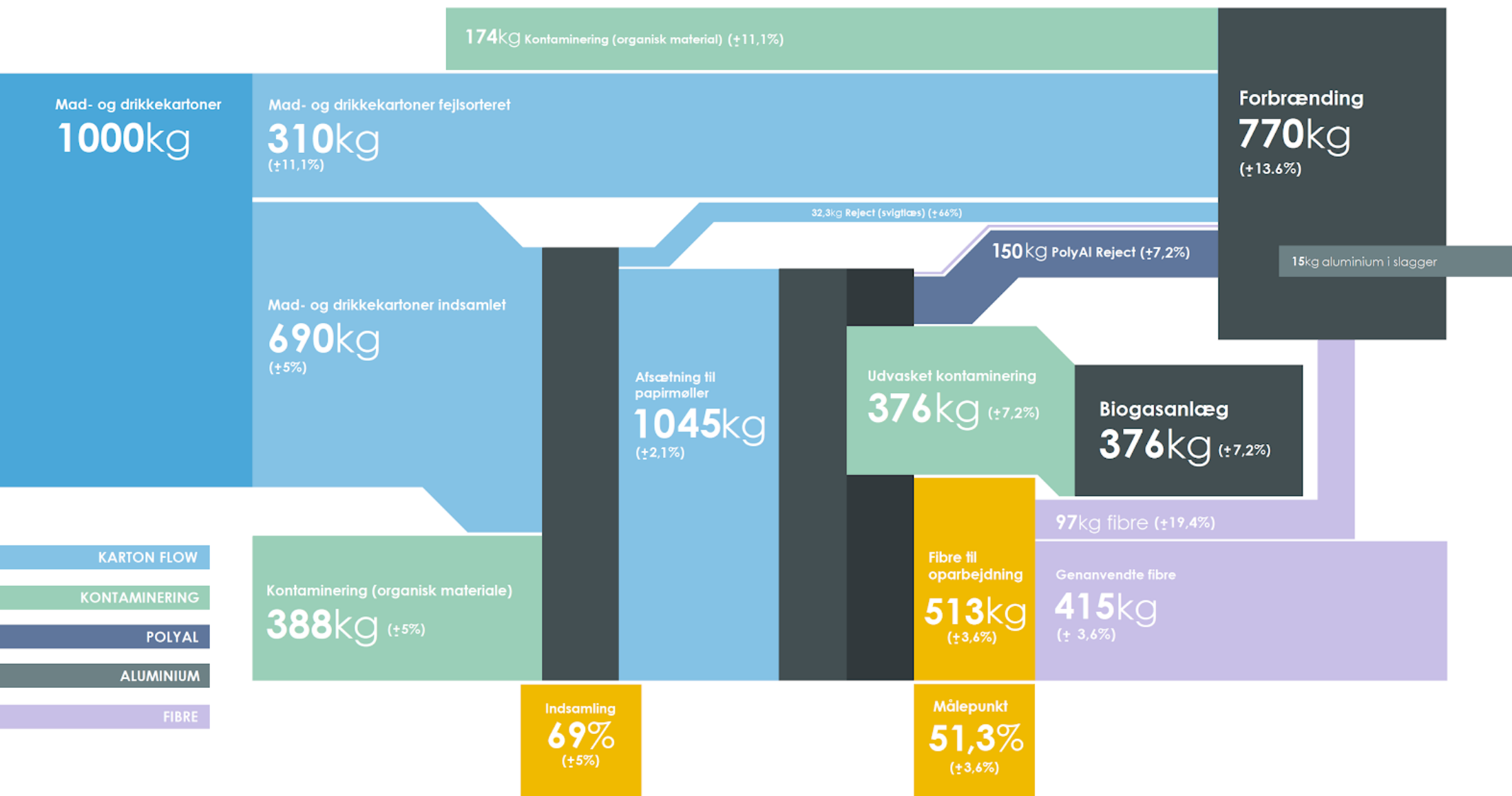
Resultaterne af ovenstående antagelser betyder, at særskilt indsamling kan opnå en beregnet reel genanvendelsesprocent på 51% ($\pm 3,5\%$) (Bilag 23). Dette skyldes, at fibrene udelukkende antages som genanvendte og PolyAl fraktionen forbrændes. De samlede materielle flows for særskilt indsamling kan ses på figur 14. Grundet det opstillede målepunkt for EU, skal den reel genanvendelse opgøres når

materialerne indgår i en ny oparbejdningsproces, hvilket i dette tilfælde gør sig gældende efter PolyAl fraktionen er separeret fra pulpen (EU, 2019a). Efter fibrene oparbejdes, antages der et fibertab på ca. 19%, hvilket baseres ud fra gennemsnitstal (Zero Waste Europe, 2020). Det er derfor kun 41,5% af kartonerne der reelt genanvendes til nye produkter.

Som anvist på figur 15 på næste side, vil der ved særskilt indsamling være en mindre mængde som udgår, inden fraktionen indgår i oparbejdningsprocessen, hvilket vurderes at være bestående af svigt-læs. Svigt-læs sker i tilfælde af, at fraktionen ikke lever op til produktspecifikationen, hvilket kan være sandsynlig for da fraktionen ikke sorteres på et sorteringsanlæg inden afsætning til papirmølle (Bilag 18). I tilfælde af at fraktionen sendes til sortering, vil der dog kunne forventes et mindre tab af materialer, hvilket potentielt kan overgå mængderne, der er vurderet som svigt-læs, samtidig med at have en negativ økonomisk påvirkning (Bilag 13).

Potentielt vil genanvendelsesprocenten kunne øges ved genanvendelse af PolyAl fraktionen, hvilket også er i fokus hos brancheorganisationerne og producenterne (ACE, 2017 & Bilag 10).





Estimeret proces for særskilt indsamling

Figur 15. Opgørelse af materielle flows for særskilt indsamling, baseret på den funktionelle enhed pr tons forbrugt mad- og drikkekartoner (Bilag 23)

7.2 INDSAMLINGSCENARIE 2 - KOMBINERET MED PLAST

Kombineret indsamling af MDK med plastaffald er en godkendt kombination jf. affaldsbekendtgørelsen (Miljøministeriet, 2020b). Kombinationen vil gøre det muligt at indsamle to fraktioner samtidigt, hvilket kan løse problematikker ift. tømmefrekvens og fyldningsgrader, samt problematikker ved selve implementeringen af den nye fraktion. Som tidligere nævnt, er kombinationen velkendt ved de tyske sorteringsanlæg, der ligeledes håndterer store mængder plastaffald fra de danske kommuner. Nedenstående afsnit vil undersøge sammenblanding, med udgangspunkt i konkrete data fra sorteringsforsøget i Solrød Kommune (Bilag 20) samt med perspektiver fra sorteringsforsøget i Roskilde Kommune (Roskilde Kommune, 2021).

BEHOLDERSTØRRELSE, FYLDNINGSGRAD OG TØMMEFREKVENNS

For at kunne indsamle fraktionen sammen med plastaffaldet, er det nødvendigt at undersøge hvor meget MDK fylder i fraktionen, hvilken beholder der passer til sammenblandingen samt hvilken tømmefrekvens der passer hertil. Til denne analyse af sammenblandingen, gøres der brug af data fra forsøget i Solrød Kommune, hvor der blev foretaget et volumenforsøg af kombinationen (Bilag 21). I dette forsøg er taget udgangspunkt i et vilkårligt men repræsentativt udsnit af det indsamlede affald fra forsøget i Solrød Kommune.

Beholderstørrelse (L)	Maks kapacitet i beholder (kg)	Indsamlet mængde (kg / uge)	Tømmefrekvens ved 100% fyldningsgrad
240	6,4	1,3	4,92
144	3,84	1,3	2,95
96	2,56	1,3	1,97

Tabel 7: MDK indsamlet med plastaffald (Bilag 21)

Til indsamling af kombinationen, kan der foregå indsamling i flere forskellige beholdere. På tabel 7 kan det ses, at der er taget udgangspunkt i to beholdertyper, med sammenlagt tre forskellige muligheder: Indsamling i en enkeltrums affaldsbeholder på 240L samt en todelt affaldsbeholder på 240L, hvor opdelingen af beholderens to kamre er på hhv. 60% og 40%. Resultatet af volumenforsøget har derfor gjort det muligt at beregne hvilken tømmefrekvens der er påkrævet, såfremt der tømmes ved en fyldningsgrad på 100%:

Indsamling i en enkeltrums affaldsbeholder på 240L	Tømmefrekvens: 4,92 uger Samlet mængde: 6,4 kg
Indsamling i en todelt affaldsbeholder på 240L (60%-fordeling)	Tømmefrekvens: 2,95 uger Samlet mængde: 3,84 kg
Indsamling i en todelt affaldsbeholder på 240L (40%-fordeling)	Tømmefrekvens: 1,97 uger Samlet mængde: 2,56 kg

Tabel 8: Sammenligning ved indsamling i 240L beholder (Bilag 21)

Såfremt en given kommune ønsker at indsamle kombinationen i en anden beholder, vil der kunne tages udgangspunkt i den vægtfordeling, som volumenforsøget har frembragt (tabel 7). Her kan det udledes, at plastaffaldet udgør 78% af den samlede vægt, hvor MDK udgør 15% og fejlsorteringer udgør 7%. Da det er bekendt, at plastaffaldets fyldningsgrad ved tømning er relativt høj, vil det, ud fra tabel 8 kunne anbefales, at indsamlingen af MDK, kombineret med plastaffald, foregår i en enkeltrums affaldsbeholder på 240L. Dette skyldes, at tømmeffrekvensen ved en 100% fyldningsgrad er relativt høj, hvilket kan have økonomisk positiv betydning, i forhold til en lavere tømmeffrekvens, hvilket vil blive yderligere beskrevet nedenfor. Med udgangspunkt i at der etableres en tømmeffrekvens på 4 uger, vil fyldningsgraden være 81,25% (Bilag 22).

UDFORDRINGER VED INDSAMLINGEN

Ved implementeringen af en ny affaldsfraktion, kan sammenblanding med en eksisterende fraktion betyde, at problematikkerne omkring indkøb af nye beholdere potentielt kan undgås. Der risikeres at være kommuner, som ikke allerede har etableret en indsamlingsordning for plastaffald, og som derfor vil være nødsaget til at indkøbe nye beholdere, eller skillerum til eksisterende beholdere, hvorimod der på forhånd eksisterer flere kommuner, som har etableret en sådan ordning (Miljøstyrelsen, 2020b).

Fordelene ved kombinationen er, at der ikke nødvendigvis skal indkøbes nye beholdere eller skillerum, såfremt der i forvejen er etableret en ordning for indsamling af plastaffald. Der skal dog udføres en undersøgelse af fyldningsgraderne, da MDK risikerer at udgøre 17% af de kombinerede fraktioners samlede vægt. Dette er dog ikke ensbetydende med, at kartonerne vil optage 17% af pladsen i beholderen, for såfremt det tydeligt er beskrevet, at kartonerne skal komprimeres ved udsmidning, vil de fylde væsentligt mindre i beholderen (Bilag 22). Der er kendskab til forsøget i Solrød Kommune (Solrød Kommune, 2021) og Roskilde Kommune (Roskilde Kommune, 2021), hvor der er undersøgt muligheden for indsamling af MDK kombineret med plastaffald, hvilket betyder, at der er kendskab til kombinationen. Der er mindre kendskab til selve afsætningen af kombinationen, men hertil er det angivet af Hündgen Entsorgung, at kombinationen kan håndteres (Bilag 13). Det vurderes derfor at der kun vil være mindre udfordringer med etablering af indsamlingen.

SORTERING AF FRAKTIONEN

Efter indsamlingen af kombinationen, vil der ikke være mulighed for direkte afsætning til oparbejdningsanlæg, da det er nødvendigt at udsortere MDK fra plastaffaldet, hvilket er nødvendigt for at overholde grænseværdierne i papirmøllernes produktspecifikation (Bilag 18). Som konstateret i sorteringsforsøget, er ca. 10% af den samlede vægt bestående af MDK, og det er derfor nødvendigt at sikre, at plastaffaldet ikke udsorteres med kartonerne. Fraktionen vil oftest afsættes til et sorteringsanlæg, såsom Hündgen Entsorgung, der kan opdele kombinationen og afsætte de adskilte fraktioner til genanvendelse gennem producentansvarsorganisationen ReCarton. Grundet ledig kapacitet og kendskab til

kombinationen, forventes der ingen yderligere udfordringer vedrørende afsætningsikkerheden (Bilag 13).

Inden kombinationen afsættes til et sorteringsanlæg, balles fraktionen, hvilket kan betyde at fraktionerne i højere grad krydskontamineres. Intern- og ekstern kontaminering kan skabe udfordringer på sorteringsanlægget, da fraktionerne enten er presset sammen, eller er kontamineret og dermed ikke genkendes af sorteringsteknologien jf. kapitel 6. Dette medfører at fejlsorteringer og plastaffald risikeres at blive udsorteret med kartonerne, eller at kartonerne udgår som rejekt i sorteringsprocessen. Som nævnt er sorteringseffektiviteten forskellig på de enkelte sorteringsanlæg, hvilket kan differentiere mellem 70-85%, alt efter anvendelsen af sorteringsteknologi (Cimpan et. al., 2015). Hündgen Entsorgung vurderer der kan opnås en sorteringseffektivitet på omkring 80%, alt efter mængderne af kombineret materiale, samt kartonernes kvalitet (Bilag 13).

GENANVENDELSE AF FRAKTIONEN

Selve genanvendelsen af MDK-fraktionen adskiller sig ikke nævneværdigt, selvom den indsamles kombineret med plast frem for særskilt. Dette skyldes, at selve genanvendelsesprocessen er den samme for MDK uanset om den afsættes direkte til genanvendelse, eller om den afsættes til behandling ved et anlæg såsom Hündgen Entsorgung (Bilag 13).

Dog kan der være fordele for genanvendelsen, såfremt den afsættes til et sorteringsanlæg. Ved afsætning af MDK til et tysk sorteringsanlæg, er der potentiale for afsætning til væsentligt flere papirmøller, end hvis der kun samarbejdes med en enkelt papirmølle. Udfordringen med kombinationen kan potentielt være bestående i, hvor store mængder af plast der sidder som ekstern kontaminering på kartonerne. Såfremt mængden er højere, end angivet i produktspecifikationerne, afvises ballen på papirmøllen - her til må der ifølge produktspecifikationen maksimalt indfinde sig 3% plast (Bilag 18).

Udfordringerne findes primært i mængden af plastfolier og andre plastprodukter, der kan sidde fast på kartonerne. Ligeledes kan der være krydskontaminering, hvilket vil fjernes gennem processen på papirmøllen (Zero Waste Europe, 2020).

ØKONOMISKE FORUDSÆTNINGER

Hvis valget af indsamlingsordning ender med, at MDK kombineres med plastaffaldet, vil der potentielt ikke være større problematikker med selve implementeringen. Dette forudsætter, at kommunen i forvejen har en etableret ordning for indsamling af plastaffald. Såfremt der ikke i forvejen er etableret en ordning for plastaffaldet, vil der være udfordringer med implementeringen, da der skal indkøbes nye affaldsbeholdere eller skillerum, hvilket foregår gennem et kommunalt udbud (Bilag 7).

Ifølge en opgørelse fra maj 2020, har 62 kommuner etableret henteordning for plastaffald i affaldsbeholder, og MDK kan derfor potentielt indsamles i samme affaldsbeholder (Miljøstyrelsen, 2020b).

Hvis MDK indsamles med plastaffaldet, vil den hovedsagelige udgift være ved drift og afsætning. Ved driften risikeres en udgift ved tømningen, såfremt der er behov for flere tømninger. Når der skal tømmes flere beholdere, vil det kræve at skraldebilernes ruter planlægges anderledes, borgerne informeres og driftssystemet opdateres med den nye blanding, hvilket må forventes at være ensbetydende med højere økonomiske udgifter (Bilag 7). Hertil vil der være behov for at udvide den eksisterende kontrakt med kommunens renovatør, alternativt skal tømningen sættes i udbud.

Slutteligt kan det forventes at behandlingen af fraktionen vil koste 2.500kr pr. ton. Dette er baseret ud fra Vestforbrændings undersøgelse af priser for afsætning af affald (Vestforbrænding, 2020), og tager udgangspunkt i, at MDK ikke vil påvirke afsætningsprisen for plastaffaldet - derfor er de 2.500kr pr. ton samme behandlingspris som ved afsætning af plastaffald. Der vil dermed være negativ afregning ved afsætning af de kombinerede fraktioner.

BEREGNING OG ESTIMERING AF GENANVENDELSE

Kombinationen med plast er godkendt jf. affaldsbekendtgørelsen (Miljøministeriet, 2020b), og det er derfor nødvendigt at kortlægge den potentielle genanvendelsesprocent for kombinationen. Antagelserne er udarbejdet på baggrund af resultaterne fra sorteringsforsøget i Solrød Kommune, nationale tal samt estimer, der vurderes repræsentative med henblik på den efterfølgende behandling. Det antages af kombinationen afsættes til et sorteringsanlæg inden oparbejdning. Det anvendte data inkluderer tabsrater i de enkelte led ved håndteringen af fraktionen, hvilket skal inkluderes jf. EU's nye beregningsmetode for genanvendelse (EU, 2019a).

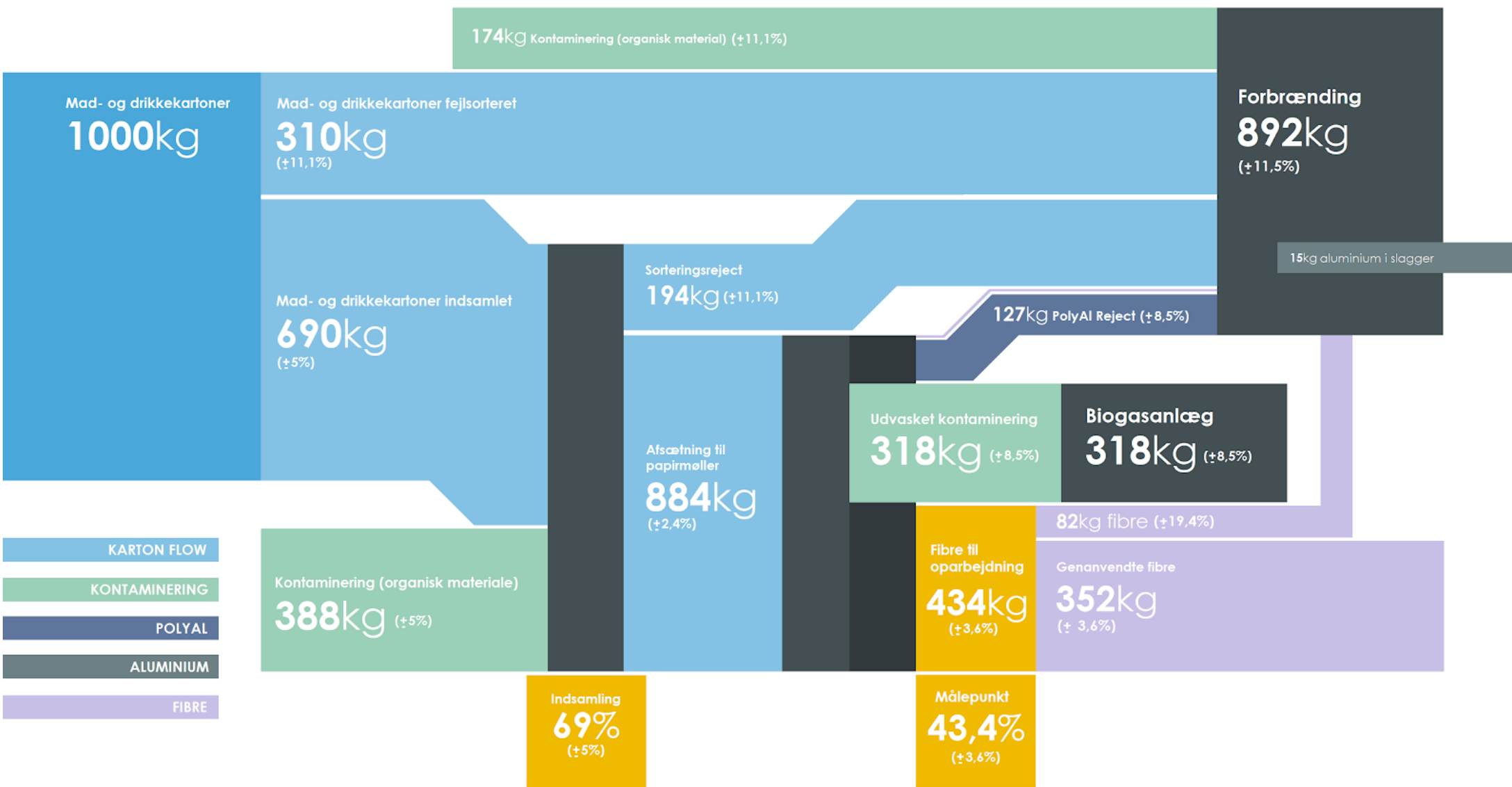
- Indsamlingsprocenten fra kombineret indsamling af MDK og plastaffald, vurderes at være på 69%, som er svarende til mængderne fundet i Solrød Kommune.
- Mængden af kontaminering i kartonerne er vurderet til at stå for 36% af den vægtmæssige mængde. Der tages udgangspunkt i at dette kan differentiere og det er vurderet, at der er en usikkerhed på $\pm 5\%$. Kontamineringen fjernes på papirmøllen.
- Sorteringseffektiviteten på sorteringsanlægget, er vurderet til at være 82%. Denne antagelse bygger på at sorteringseffektiviteten stiger i tilfælde af færre kombinerede fraktioner (Bilag 13). Der tages forbehold for at dette kan differentiere, set i forhold til renheden af den indsamlede mængde, hvilket betyder at der forefindes en usikkerhed på $\pm 2\%$.
- Rejekt på papirmøllen er vurderet til udelukkende at være bestående af PolyAl, svarende til 22,5% af fraktionen, hvilket efterfølgende forbrændes.
- Adskillelse af rejekt medfører et fibertab på ca.1%, der forbrændes sammen med de øvrige mængder af rejekt.

Resultaterne af ovenstående antagelser betyder, at kombinationen med plastaffald kan opnå en beregnet genanvendelsesprocent på 43,5% \pm 3,6% (Bilag 23). Dette skyldes bl.a. at der forefindes et større tab i sorteringsprocessen, samt at det udelukkende antages, at fibre genanvendes og PolyAl fraktionen forbrændes. De samlede materielle flows for kombineret indsamling med plastaffald kan ses på nedenstående figur 16. Målepunktet i den nye europæiske metoder til opgørelse af genanvendelse betyder, at kartonerne skal følges indtil de indgår i en ny oparbejdningsproces (EU, 2019a). Tabet af de 19% fibre i oparbejdningsprocessen inddrages derfor ikke i genanvendelsesprocenten. I tilfælde af at tabet var inkluderet ville ca. 35% af kartonerne genanvendes.

Som anvist på figuren vil der udgøre en større mængde fra sorteringen af kombinationen. Dette sker, som nævnt, grundet at sorteringsteknologisk har udfordringer med at genkende fraktionen, grundet ekstern kontaminering såsom folier (Bilag 13).

Potentielt vil genanvendelsesprocenten kunne øges ved genanvendelse af PolyAl fraktionen, hvilket også er i fokus hos brancheorganisationerne og producenterne (ACE, 2017 & Bilag 10).





PLAST



MAD- & DRILLE-
KARTONER

Estimeret proces for indsamling med plast

Figur 16. Opgørelse af materielle flows for kombination med plast, baseret på den funktionelle enhed pr tons forbrugt mad- og drikkekartoner (Bilag 23)

7.3 INDSAMLINGSCENARIE 3 - KOMBINERET MED PLAST- OG METALAFFALD

Kombineret indsamling med plast- og metalaffald, er den sidste godkendte indsamling af MDK jf. affaldsbekendtgørelsen (Miljøministeriet 2020b). Kombinationsmulighederne betyder, at kommunerne har mulighed for at kombinere indsamlingen af 3 fraktioner, hvilket gør det muligt at holde antallet af beholdere nede. Som nævnt i kapitel 4, er kombinationen kendt fra bl.a. Tyskland der indsamler plast- og metalaffald kombineret med MDK i en særskilt affaldsbeholder til genanvendelige fraktioner (Zero Waste Europe, 2020). Med begrænsede danske erfaringer med denne indsamling, vil følgende afsnit forsøge at afklare hvordan kombinationen kan indsamles, samt kortlægge den efterfølgende behandling af kombinationen.

BEHOLDERSTØRRELSE, FYLDNINGSGRAD OG TØMMEFREKVENNS

For at kunne indsamle MDK-fraktionen kombineret med plast- og metalaffald, er det nødvendigt at undersøge, hvor meget MDK fylder i fraktionen, hvilken beholder der passer til sammenblandingen, samt hvilken tømmefrekvens der passer hertil. Til denne undersøgelse af sammenblandingen, gøres der brug af data fra forsøget i Solrød Kommune, hvor der blev foretaget et volumenforsøg med plastaffald (Bilag 21). Hertil er der brugt data fra Roskilde Kommune (Roskilde Kommune, 2021), der har udført en affaldsanalyse, hvor mængden af indsamlet kildesorteret metal er opgjort. Derudover er der brugt data fra ARGO's katalog over den fremtidige indsamling og afsætning af otte fraktioner (ARGO, 2020), da der i dette katalog er opgjort en volumen for metalaffaldet.

Med baggrund i de tre forskellige datakilder, er nedenstående analyse foretaget ud fra en antagelse om, at Roskilde Kommunes indsamlede mængde metalaffald stemmer overens med ARGO's potentielle volumen for fraktionen. Her gør det sig gældende, at Roskilde Kommune indsamler 107 gram metalaffald om ugen (Roskilde Kommune, 2021) og at ARGO forventer at kunne fylde 4,8 liter pr. uge med fraktionen (ARGO, 2020). Disse 4,8 liter er svarende til en indsamlingseffektivitet på 100%, hvilket antages at være det maksimale indsamlingspotentiale. Dermed er antagelsen, at metalaffaldet maksimalt vil fylde 22,29 gram pr. liter. Denne vil herefter blive brugt til at beregne den potentielle tømmefrekvens, hvis MDK indsamles med plast- og metalaffaldet (Bilag 22).

Beholderstørrelse (L)	Maks kapacitet i beholder (kg)	Samlet mængde (kg / uge)	Tømmefrekvens ved 100% fyldningsgrad
240	6,3	1,4	4,50
144	3,78	1,4	2,70
96	2,52	1,4	1,80

Tabel 9: MDK indsamlet med plast- og metalaffald (Bilag 22)

Til indsamling af kombinationen, kan der foregå indsamling i flere forskellige beholdere. På tabel 10 kan det ses, at der er taget udgangspunkt i to beholdertyper, med sammenlagt tre forskellige muligheder: Indsamling i en enkeltrums affaldsbeholder på 240L samt en todelt affaldsbeholder på 240L, hvor opdelingen af beholderens to kamre hhv. 60% og 40%. Resultatet af volumenforsøget har derfor gjort det muligt at beregne hvilken tømmefrekvens der er påkrævet, såfremt der tømmes ved en fyldningsgrad på 100% (Ibid.):

Indsamling i en enkeltrums affaldsbeholder på 240L	<u>Tømmefrekvens:</u> 4,5 uger <u>Samlet mængde:</u> 6,3 kg
Indsamling i en todelt affaldsbeholder på 240L (60%-fordeling)	<u>Tømmefrekvens:</u> 2,7 uger <u>Samlet mængde:</u> 3,78 kg
Indsamling i en todelt affaldsbeholder på 240L (40%-fordeling)	<u>Tømmefrekvens:</u> 1,8 uger <u>Samlet mængde:</u> 2,52 kg

Tabel 10: Sammenligning ved indsamling i 240L beholder (Bilag 21)

Såfremt en given kommune ønsker at indsamle kombinationen i en anden beholder, vil der kunne tages udgangspunkt i den vægtfordeling, som volumenforsøget har frembragt (se tabel 9). Her kan det udledes, at plastaffaldet udgør 72% af den samlede vægt, metalaffaldet udgør 7,5%, MDK udgør 13,8% og fejlsorteringer udgør 6,7%. Da det er bekendt, at kombinationens fyldningsgrad ved tømning er relativt høj, vil det, ud fra tabel 10 kunne anbefales, at indsamlingen af MDK kombineret med plast- og metalaffald, foregår i en enkeltrums affaldsbeholder på 240L. Dette skyldes at tømmefrekvensen ved 100% fyldningsgrad er relativt høj, hvilket kan have økonomisk positiv betydning, i forhold til en lavere tømmefrekvens, hvilket vil blive yderligere beskrevet nedenfor. Med udgangspunkt i at der etableres en tømmefrekvens på 4 uger, vil fyldningsgraden være 88,9% (Ibid.).

UDFORDRINGER VED INDSAMLINGEN

Ved implementeringen af en ny affaldsfraktion, kan sammenblanding med eksisterende fraktioner betyde, at problematikkerne omkring indkøb af nye beholdere potentielt kan undgås. Dog kan der opstå problematikker i forbindelse med komprimeringen af fraktionen. Indsamlingen i kombination med andre fraktioner betyder, som vist ovenfor, at tømmefrekvensen reduceres, dog kan det være udfordringer med krydskontaminering (Bilag 13).

ARGO har udført et forsøg der viste, at der ikke var større komplikationer ved komprimering af kombinationen til baller. Der var en mindre andel af plast og metal, som var sammenpresset således, at det forventes at skabe problemer på sorteringsanlægget. Ligeledes slider sammenblandingen i højere grad på anlægget ved Gadstrup Genbrugsanlæg, hvilket over længere tid kan antages at have betydning (Bilag 17).

Komprimering af fraktionen i komprimatorbilen, der sikrer at der kan afhentes affald fra flere husstande inden omlastning, kan ligeledes forventes at have en højere nedslidning på materiellet, samtidig med at

fraktionen i højere grad filtes sammen (Bilag 17). Ydermere kan kombinationen medføre et større sorteringstab, da det risikeres at fraktionerne filtes sammen, hvilket både kan medføre, at plasten i højere grad udsorteres sammen med metallet, samt at folier og andre plastmaterialer kan udsorteres sammen med kartonerne (Combineering, 2020).

Der er kun få erfaringer med kombinationen i dansk kontekst, hvortil der kun er kendskab til indsamlingen i Herning Kommune (Bilag 16). Dog er kombinationen velkendt på de tyske sorteringsanlæg, der både har erfaring med sortering og den efterfølgende afsætning (Bilag 13).

SORTERING AF FRAKTIONEN

I den kombinerede indsamling med plast- og metalaffald vil det, ligesom ved kombinationen med plastaffald, være nødvendigt at sortere kombinationen i særskilte fraktioner for at overholde papirmøllernes grænseværdier (Bilag 18). Kombinationen er velkendt på de tyske sorteringsanlæg, der både har kendskab og erfaring med håndtering af kombinationen (Bilag 13). Fraktionen vil efter sorteringen ligeledes afsættes gennem ReCarton, der sørger for den endelige afsætning til papirmøllerne.

Sorteringsanlægget Hündgen Entsorgung, anvender forskellig sorteringsteknologi til adskillelse af fraktionen, hvilket også er nævnt i Kapitel 6. Anlægget har angivet at der kan opnås en sorteringseffektivitet ved kombinationen på 80%, mens de resterende mængder udgår som reject. Problematikken ved sammenblandinger på sorteringsanlægget er, at der kan være ekstern kontaminering og at fraktionerne derfor hænger sammen, når de ankommer til anlægget. Dette betyder at sorteringsteknologien enten ikke genkender fraktionen, eller at det ikke er muligt at udsortere, hvilket betyder, at en andel af fraktionen udgår som reject (Bilag 13). Ligeledes kan kombinationen af fraktionerne betyde, at den interne kontaminering kan påvirke kvaliteten af plast- og metalaffaldet, hvilket dog ikke antages at have en større betydning, da fraktionerne i oftest indeholder fødevarer og derfor er kontamineret i forvejen. Udfordringen i sorteringen af kombinationen, antages primært at være bestående i, at fraktionerne kan sidde sammen grundet komprimeringen ved tømningen og ved omlastningen, hvilket vil have en betydning på mængden af kartoner der udsorteres til genanvendelse - eller at fraktionen afsættes med en højere andel af ikke-godkendte materialer, hvilket kan føre til afvisning på oparbejdningsanlægget (Bilag 18).

Dertil forefindes der en usikkerhed ved sorteringsanlæggene, såsom Hündgen Entsorgung, da det endnu ikke er sikkert, om disse er egnet til at modtage de typer af metalaffald, som findes ved den danske husstandsindsamling. Normalvis modtager anlæggene kun metalemballager, hvilket kan betyde, at de danske kommuners sorteringsvejledninger skal ændres, så disse kun fokuserer på metalemballager (Vestforbrænding, 2020). Et eksempel på en sorteringsvejledning kan findes i Solrød Kommune, hvor den husstandsindsamlede metalfraktion kaldes "dåser" fremfor "metal" eller "småt metal". På denne måde lægges der vægt på, at fraktionen kun er egnet til metalemballage. Hündgen Entsorgung har desuden oplyst, at de kun modtager elementer på maks. 1000mm (Bilag 13).

GENANVENDELSE AF FRAKTIONEN

Genanvendelse af fraktionen adskiller sig ikke nævneværdigt fra de øvrige indsamlingsscenarier, selvom den indsamles kombineret med plast- og metalaffald, frem for særskilt. Dette skyldes, at selve genanvendelsesprocenten er den samme for MDK, uanset om den afsættes direkte til oparbejdning, eller om den afsættes til sortering ved et anlæg såsom Hündgen Entsorgung.

Udfordringen med kombinationen kan være bestående i mængden af plast- og metalaffald, der sidder fast som ekstern kontaminering. Det er angivet i produktspecifikationen, at der maksimalt må være 1% metal og 3% plast, hvilket begrundes nødvendigheden for sorteringen på sorteringsanlægget (Bilag 18). I tilfælde af, at der er større mængder af fejlsorteringer i læsset, vil disse blot sendes tilbage til sorteringsanlægget for at gennemgå en yderligere sortering (Bilag 14). Derudover kan der i højere grad være krydskontaminering, hvilket vil påvirke anvendelsen af vand i oparbejdningsprocessen (Ibid.).

ØKONOMISKE FORUDSÆTNINGER

I tilfælde af at MDK vælges indsamlet kombineret med plast- og metalaffald, vil omkostninger ved indkøb af nye beholdere været begrænset, hvilket forudsætter at kommunen i forvejen indsamler plast- og metalaffald kombineret, eller blot indsamler en af fraktionerne særskilt. Hvis dette ikke er tilfældet, vil der fortsat være udfordringer, da der skal etableres en ny affaldsordning med dertilhørende ruteplaner og affaldsbeholdere.

Kombinationen med plast- og metalaffald indsamles på nuværende tidspunkt i 35 kommuner, dog i forskellige udformninger. Heraf har 25 kommuner kombinationen med metal- og glasaffald samt hård plast, der ikke længere er en godkendt fraktion jf. affaldsbekendtgørelsen. Disse kommuner kan derfor potentielt tilføje blød plast og MDK, efter at have fjernet glas i kombinationen og dermed opfylde de nye sorteringskriterier (Miljøstyrelsen, 2020b).

Det er nødvendigt at sortere kombinationen, inden MDK kan afsættes til genanvendelse, hvilket vil øge omkostningerne såfremt fraktionerne tidligere var indsamlet og afsat særskilt. Samtidigt kan der, som tidligere nævnt, være en udfordring i forhold til slid på renovationsbil og komprimatormaskineriet på omlastningsanlægget, hvilket vil være nødvendigt at have med i betragtningen.

Det kan forventes at behandlingen af kombinationen vil koste mellem 2.000-2.500 kr./ton, baseret ud fra Vestforbrændings undersøgelse af priser for afsætning af affald (Vestforbrænding, 2020). Metalaffald afsættes oftest med positiv afregning hvorimod plastaffald afsættes med negativ afregning. Som nævnt i afsnit 7.2, har BMD ingen nævneværdig indvirkning på den samlede kombinations afsætningspris.

BEREGNING OG ESTIMERING AF GENANVENDELSE

Kombinationen med plast- og metalaffald er godkendt jf. affaldsbekendtgørelsen (Miljøministeriet, 2020b), og det er derfor nødvendigt at have kendskab til den mulige genanvendelsesprocent. Antagelserne er udarbejdet på baggrund af resultaterne fra sorteringsforsøget i Solrød Kommune (Bilag 20), nationale tal samt estimater der vurderes repræsentative, med henblik på den efterfølgende behandling. Det antages af kombinationen afsættes til et sorteringsanlæg inden oparbejdning. Det anvendte data inkluderer tabsrater i de enkelte led ved håndteringen af fraktionen, hvilket skal inkluderes jf. EU's nye beregningsmetode for genanvendelse (EU, 2019a).

- Indsamlingsprocenten fra kombineret indsamling fra husholdninger, vurderes til at være på 69%, som er svarende til de mængder som er fundet ved den kombinerede indsamling med plastaffald i Solrød Kommune.
- Mængden af kontaminering i kartonerne er vurderet til at stå for 36% af den vægtmæssige mængde. Der tages udgangspunkt i, at dette kan differentiere og det er vurderet, at der er en usikkerhed på $\pm 5\%$. Kontamineringen fjernes på papirmøllen.
- Sorteringseffektiviteten på sorteringsanlægget, er vurderet til at være 80%, da der i højere grad, end ved kombinationen med plastaffald, vil være ekstern kontaminering, der øger sandsynligheden for, at sorteringsteknologien ikke genkender kartonerne. De 80% er angivet af Hündgen Entsorgung, som sorterer samme kombination fra de tyske husholdninger. Der tages forbehold for at dette kan differentiere i forhold til den indsamlede mængdes renhed, og der indsættes derfor en usikkerhed på $\pm 2\%$.
- Rejekt på papirmøllen er vurderet til udelukkende at være bestående af PolyAl, svarende til 22,5% af fraktionen, hvilket efterfølgende forbrændes.
- Adskillelse af rejekt medfører et fibertab på ca.1%, hvilket forbrændes sammen med mængderne af reject.

Resultaterne af ovenstående antagelser betyder, at kombinationen med plast- og metalaffald kan opnå en beregnet genanvendelsesprocent på 42,3% $\pm 3,6\%$ (Bilag 23). Dette skyldes bl.a., at der er en større tab i sorteringsprocessen, samt at det udelukkende antages, at fibrene genanvendes og PolyAl-fraktionen forbrændes. De samlede materielle flows for kombineret indsamling med plast- og metalaffald kan ses på nedenstående figur 17. Målepunktet i den nye europæiske metoder til opgørelse af genanvendelse betyder, at kartonerne skal følges indtil de indgår i en ny oparbejdningsproces (EU, 2019a). Tabet af de 19% fibre i oparbejdningsprocessen inddrages derfor ikke i genanvendelsesprocenten. I tilfælde af at tabet var inkluderet ville ca. 34% af kartonerne genanvendes.

Som anvist på figuren vil der udgøre en større mængde fra sorteringen af kombinationen. Dette sker, som nævnt, grundet at sorteringsteknologisk har udfordringer med at genkende fraktionen, og i denne kombination forventes der i højere grad at være udfordringer med at fraktionen er filtet sammen med eksempelvis plastfolier og mindre metalgenstande (Bilag 13).

Potentielt vil genanvendelsesprocenten kunne øges ved genanvendelse af PolyAl fraktionen, hvilket også er i fokus hos brancheorganisationerne og producenterne (ACE, 2017 & Bilag 10).



7.4 INDSAMLINGSCENARIE 4 - KOMBINERET MED PAP

Da den nye affaldsbekendtgørelse ikke giver mulighed for kombineret indsamling af MDK og pap (Miljøstyrelsen 2020b), vil det ikke være muligt at foretage denne kombinerede indsamling. Selvom kombinationen ikke er mulig, er der alligevel udført en analyse af sammenblandingen ved sorteringsforsøget i Solrød Kommune (Bilag 20). Kombinationen er, som tidligere nævnt, kendt fra Norge og Sverige, der får behandlet mængderne på papirmøllen Fiskeby Board. Da forbrugsvanerne i norden er sammenlignelige, er det derfor også naturligt at undersøge hvorvidt denne kombination bør være godkendt mulighed i affaldsbekendtgørelsen. Hertil vil nedenstående afsnit undersøge hvilke potentialer og barrierer der ville indfinde sig, såfremt kombinationen var en mulighed.

BEHOLDERSTØRRELSE, FYLDNINGSGRAD OG TØMMEFREKVENS

For at kunne indsamle MDK kombineret med papaffald, er det nødvendigt at undersøge hvor meget det fylder i fraktionen, hvilken beholder der passer til sammenblandingen, samt hvilken tømmeffrekvens der passer hertil. Denne analyse tager udgangspunkt i de data, som er skabt ved forsøget i Solrød Kommune, hvor der blev foretaget et volumenforsøg af sammenblandingen (Bilag 21). I dette forsøg er taget udgangspunkt i et vilkårligt repræsentativt udsnit af det indsamlede affald. Da der ikke er udført lignende analyser af denne sammenblanding, der kan bruges som komparativt element til denne, vil resultaterne af analysen være eksemplarisk viden.

Beholderstørrelse (L)	Maks kapacitet i beholder (kg)	Samlet mængde (kg / uge)	Tømmefrekvens ved 100% fyldningsgrad
240	4,87	1,04	4,68
144	2,92	1,04	2,81
96	1,95	1,04	1,87

Tabel 11: MDK indsamlet med papaffald (Bilag 21)

Til indsamling af kombinationen, kan der gøres brug af forskellige beholdere. På tabel 12 tages der udgangspunkt i to beholdertyper, med sammenlagt tre forskellige muligheder: Indsamling i en enkeltrums affaldsbeholder på 240L, samt en todelt affaldsbeholder på 240L, hvor opdelingen er hhv. 60% og 40%. Resultatet af volumenforsøget gør det derfor muligt at beregne hvilken tømmeffrekvens der er påkrævet, såfremt der tømmes ved en fyldningsgrad på 100% (Bilag 21):

Indsamling i en enkeltrums affaldsbeholder på 240L	Tømmefrekvens: 4,68 uger Samlet mængde: 4,87 kg
Indsamling i en todelt affaldsbeholder på 240L (60%-fordeling)	Tømmefrekvens: 2,81 uger Samlet mængde: 2,92 kg
Indsamling i en todelt affaldsbeholder på 240L (40%-fordeling)	Tømmefrekvens: 1,87 uger Samlet mængde: 1,95 kg

Tabel 12: Sammenligning ved indsamling i 240L beholder (Bilag 21)

Såfremt en given kommune ønsker at indsamle kombinationen i en anden beholder, vil der kunne tages udgangspunkt i den vægtfordeling, som volumenforsøget på har frembragt (se tabel 11). Her kan det udledes, at papaffaldet udgør 69% af den samlede vægt, hvor MDK udgør 20,5% og fejlsorteringer udgør 10,5%. Da det er bekendt, at kombinationens fyldningsgrad ved tømning er relativt høj, vil det, ud fra tabel 12, kunne anbefales, at indsamlingen af MDK, kombineret med papaffald, foregår i en enkeltrums affaldsbeholder på 240L. Dette skyldes at tømmehyppigheden ved 100% fyldningsgrad er relativt høj, hvilket kan have økonomisk positiv betydning, i forhold til en lavere tømmehyppighed, hvilket vil blive yderligere beskrevet nedenfor. Med udgangspunkt i, at der etableres en tømmehyppighed på 4 uger, vil fyldningsgraden være 85,42% (Bilag 22).

UDFORDRINGER VED INDSAMLINGEN

Ved implementeringen af en ny affaldsfraktion, kan sammenblanding med en eksisterende fraktion betyde, at problematikkerne omkring indkøb af nye beholdere potentielt kan undgås. Dog er der et flertal af kommuner, som ikke har en etableret henteordning for papaffald, hvilket vil resultere i, at der skal indkøbes nye affaldsbeholdere (Miljøstyrelsen, 2020b).

Fordelen ved kombinationen er, at såfremt der i forvejen er etableret en henteordning for papaffald, vil der ikke nødvendigvis skulle indkøbes nye affaldsbeholdere. Der skal dog udføres en undersøgelse af fyldningsgraderne, da MDK risikere at udgøre 16,02% af kombinationens samlede vægt. Dette er dog ikke ensbetydende med, at kartonerne vil optage 16,02% af pladsen i beholderen, for såfremt det tydeligt er beskrevet, at kartonerne skal komprimeres ved udsmidning, vil de fylde væsentligt mindre i beholderen (Bilag 22).

Det er vurderet, at der kan være en udfordring med henblik på krydskontaminering, da papaffaldet afsættes som en ren og tør fraktion. Kombinationen kan derfor potentielt have en betydning på afsætningsprisen (Bilag 17).

Der er mindre kendskab fra tidligere indsamlingsforsøg med kombinationen af MDK og papaffald, hvorimod der er kendskab til de efterfølgende afsætningsmuligheder. Der kan dog være udfordringer ved etablering af indsamlingen grundet kapaciteten på oparbejdningsanlægget der kan modtage fraktionen (Bilag 15).

SORTERING AF FRAKTIONEN

Efter indsamling af kombinationen, forventes en direkte afsætning til et oparbejdningsanlæg. Dette er dog med antagelse om, at kombinationen lever op til den europæiske standard for pap- og papirkvalitet EN-643 (International Recycling, 2001). Der er dog udelukkende kendskab til at papirmøllen Fiskeby Board kan modtage kombinationen (Bilag 15). I tilfælde af at kombinationen ikke lever op til den europæiske standard, grundet en større mængde fejlsorteringer, vil det være nødvendigt at afsætte

kombinationen til sortering. Der kan dog være udfordringer med henblik på manglende kapacitet på pap-sorteringsanlæggene, hvilket mindsker afsætnings sikkerheden (COWI, 2020).

Da papaffald på nuværende tidspunkt afsættes uden yderligere sortering, vil en sortering have en betydning for den nuværende afsætningspris. Kombinationen vil betyde at papaffaldet i højere grad vil være kontamineret, hvilket kan betyde, at den ikke kan afsættes som en ren og tør fraktion, hvilket ligeledes vil påvirke afsætningsprisen. Dette skyldes, at fraktionen komprimeres ved tømningen og behandlingen, hvortil det antages, at den interne kontaminering fra MDK vil blive klemmt ud af kartonen og dermed kontaminere papaffaldet. I tilfælde af at fraktionen fortsat afsættes som rent og tørt pap, vurderes det, at der i højere grad vil risikeres svigt-læs, som ikke lever op til den ønskede kvalitet hos modtageren (Bilag 17). Med henblik på sorteringsforsøget i Solrød Kommune, vil der indfinde sig fejlsorteringer i kombinationen. Dette forventes at føre til et antal svigt-læs, hvortil det antages at omkring 95% af fraktionen fortsat vil godkendes af anlægget.

Grundet udfordringerne med kapaciteten på pap-sorteringsanlæggene, vil afsætnings sikkerheden i dette scenarie være usikkert, hvilket vil være problematisk for kommuner og affaldsselskaber (Bilag 17).

GENANVENDELSE AF FRAKTIONEN

Som nævnt, er der kun kendskab til at papirmøllen Fiskeby Board modtager og behandler kombinationen. Der udføres ved modtagelsen af kombinationen kontrol af ballerne, hvorefter det vurderes hvorvidt kvaliteten godkendes til oparbejdning. I tilfældet af at kombinationen ikke lever op til den aftalte kvalitet, afvises læsset, og sendes til sortering eller forbrænding (Bilag 15).

Genanvendelsen af kombinationen har potentielt flere problematikker med sig, hvilket kan være en af de afgørende faktorer for, at kombinationen ikke er tilladt. For såfremt det kun er enkelte papirmøller, som kan aftage kombinationen, samtidig med at disse har begrænset kapacitet, er systemets afsætnings sikkerhed ganske lav. Dette skyldes, at såfremt papirmøllens kapacitet er opnået, vil denne ikke kunne aftage kombinationen før der igen er kapacitet på møllen (Bilag 14). Ved kombineret indsamling med papaffald, forventes der færre udfordringer med dannelse af mug og baller i forfald, da tømme frekvensen vil være højere grundet mængden af papaffald i affaldsbeholderen.

Udfordringen med kombinationen med papaffald findes i mængden af fejlsorteringer, hvilket kan betyde, at kombinationen afvises på anlægget. Grundet manglende kapacitet på sorteringsanlæggene, vil der derfor være sandsynlighed for at kombinationen ikke kan afsættes til sortering og derfor nyttiggøres (COWI, 2020).

ØKONOMISKE FORUDSÆTNINGER

Hvis ikke kommunen i forvejen har en indsamlingsordning for papaffald, skal kommunen både indkøbe beholdere til fraktionen og udarbejde et udbud for tømningen og behandlingen heraf. Papaffald

indsamles ved henteordning i 54 kommuner, heraf har otte kommuner kombination papir- og papaffald samt blød plast, og 35 kommuner kombinationen papir- og papaffald (Miljøstyrelsen, 2020b).

Hvis MDK indsamles med papaffaldet, vil den hovedsageligt økonomiske omkostning findes ved driften af ordningen. Dette skyldes, at såfremt der skal tømmes flere beholdere, kræves det at skraldebilernes rute planlægges, borgerne informeres og driftssystemet opdateres med den nye fraktion, hvilket forventes at være ensbetydende med højere økonomiske udgifter (Bilag 7).

Som nævnt ovenfor, vil der opstå problematikker med afsætningen af kombinationen. Derfor er det svært at anslå de økonomiske omkostninger ved afsætningen. Dog kan der tages udgangspunkt i undersøgelsen af priser for afsætning af affald, udarbejdet af Vestforbrænding (Vestforbrænding, 2020). Her tages der udgangspunkt i, at blandingen kan genanvendes til kartonproduktion, hvilket ses som *down-cycling* - altså et produkt af lavere kvalitet end produktets oprindelige kvalitet - og derfor vil behandlingen koste 250kr pr/ton. Prisen skal ses i modsætning til behandlingsprisen for papaffald, hvor der vil være en indtægt på 350kr pr/ton (Ibid.). Dermed vil MDK ikke fungere som en indtægtskilde, men derimod som et fordyrende led ved afsætningen af papaffald, hvilket kan være medførende til, at denne kombination ikke er tilladt (Miljøstyrelsen 2020b).

BEREGNING OG ESTIMERING AF GENANVENDELSE

Kombinationen er ikke godkendt jf. affaldsbekendtgørelsen, men indsamles og behandles i Sverige og Norge. Antagelserne er udarbejdet på baggrund af resultaterne fra sorteringsforsøget i Solrød Kommune (Bilag 20), nationale tal samt estimater, som vurderes repræsentative, med henblik på den efterfølgende behandling. Det antages at fraktionen afsættes direkte til oparbejdningsanlæg. Det anvendte data inkluderer tabsrater i de enkelte led ved håndteringen af fraktionen, hvilket skal inkluderes jf. EU's nye beregningsmetode for genanvendelse (EU, 2019a).

- Indsamlingsprocenten fra den kombinerede indsamling med papaffald, vurderes at have en indsamlingsprocent på 69%, hvilket ligeledes er eftervist som gennemsnit i sorteringsforsøgene i Solrød Kommune.
- Mængden af kontaminering i kartonerne, er vurderet til at være af 33,5%. Da papfraktionen er en ren og tør fraktion, forventes dette at påvirke borgerne indirekte, hvilket kan være en årsag til, at der forefindes en lavere grad af kontaminering i denne kombination. Der tages udgangspunkt i, at dette kan differentiere og det vurderes, at der er en usikkerhed på $\pm 5\%$. Kontamineringen fjernes på papirmøllen
- Som udgangspunkt antages det ikke, at kombinationen har behov for sortering, da papaffaldet på nuværende tidspunkt afsættes på et spotmarked og derfor afsættes direkte til papirmøllerne. Der er dog vurderet, at dette vil føre til et større antal svigt-læs, hvortil det antages at ca. 5% afvises af papirmøllerne. Da renheden og mængden af fejlsorteringer kan differentiere, er det vurderet, at der er en usikkerhed på $\pm 2\%$.

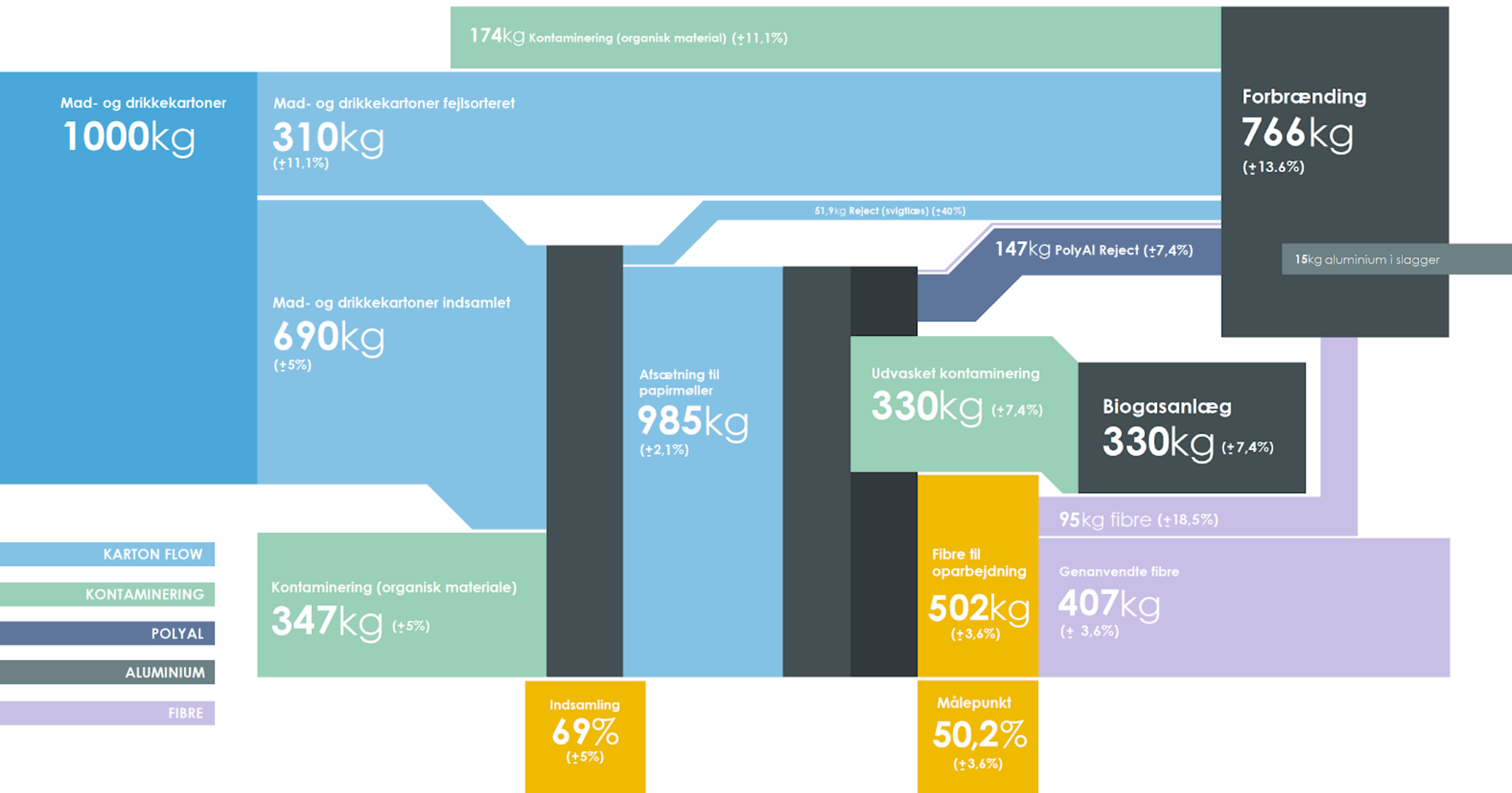
- Rejekt på papirmøllen er vurderet til udelukkende at være bestående af PolyAl, svarende til 22,5% af fraktionen, hvilket efterfølgende forbrændes.
- Adskillelse af rejekt medfører et fibertab på ca.1%, der forbrændes sammen med mængderne af rejekt.

Resultaterne af ovenstående antagelser betyder, at kombinationen med papaffald kan opnå en beregnet genanvendelsesprocent på 50,2% \pm 3,6% (Bilag 23). Dette skyldes at fibre udelukkende antages genanvendt og at PolyAl-fraktionen forbrændes. De samlede materielle flows for kombineret indsamling med pap kan ses på nedenstående figur 18. Ud fra det europæiske målepunkt for genanvendelse, og tabet af de 19% fibre i oparbejdningsprocessen inddrages derfor ikke i genanvendelsesprocenten (EU, 2019a). I tilfælde af at tabet var inkluderet ville ca. 40% af kartonerne genanvendes.

Som angivet på figuren vil der være en mindre mængde svigt læs, hvilket er skydes svingende kvalitet i de husstands indsamlede mængder. Da fraktionen ikke sorteres på et sorteringsanlæg, bør det forventes at der i højere grad vil være udfordringer med kvaliteten, hvilket bør tages til efterretning, da dette kan påvirke afsætningsikkerheden (Bilag 15).

Potentielt vil genanvendelsesprocenten kunne øges ved genanvendelse af PolyAl fraktionen, hvilket også er i fokus hos brancheorganisationerne og producenterne (ACE, 2017 & Bilag 10).





PAP



MAD- & DRIKKE-
KARTONER

Estimeret proces for indsamling med pap

Figur 18. Opgørelse af materielle flows for kombination med pap, baseret på den funktionelle enhed pr tons forbrugt mad- og drikkekartoner (Bilag 23)

7.5 SAMMENLIGNING AF INDSAMLINGSSCENARIERNE

Baseret på ovenstående analyse af indsamlingsscenarierne, vil det i følgende afsnit vurderes, hvordan disse placeres gennem de opstillede tre vurderings- og succesparametre. Vurderings- og succesparametrene har til formål at skabe et beslutningsgrundlag for de danske kommuner i valget af indsamlingsordning. Grundlaget for de udvalgte vurderings- og succesparametre findes i kapitel 3.

De opstillede vurderingsparametre er følgende:

- **Økonomisk påvirkning:** I hvilken grad vil indsamlingen påvirke omkostningerne forbundet med den nuværende kommunale indsamling, både med henblik på anlægsomkostninger og driftsomkostninger?
- **Erfaring:** I hvilken grad er der erfaringer med indsamlingen, både i Danmark samt i den efterfølgende affaldshåndtering?
- **Miljømæssige påvirkning:** I hvilken grad vil indsamlingen leve op til de miljømæssige faktorer der gør sig gældende i systemet, med henblik på behandlingen af MDK og de kombinerede fraktioner?

Økonomiske påvirkninger er vægtet til at udgøre 30%, erfaring vil udgøre 15% og den miljømæssige påvirkning vil udgøre 55%. Vægtningen er sat ud fra den relevans, som vurderes essentielt, set fra et genanvendelsesperspektiv, hvor der søges den højest mulige genanvendelsesprocent, med respekt for både økonomiske omkostninger samt implementeringens kompleksitet.

Som nævnt, vil der opstilles to yderligere succeskriterier, der er vurderet nødvendige at opfylde for indsamlingsscenarierne, for at leve op til indsamlingens formål. Opfyldes disse ikke, bør indsamlingsscenariet ikke vælges. Succeskriterierne er følgende:

Estimeret reel genanvendelse: Grundet manglende målsætning for genanvendelse af MDK, tages der udgangspunkt i de europæiske 2025-målsætning for emballageaffald, hvilket er 65% reel genanvendelse (EU, 2019a). Dette bør kommunalbestyrelsen anvende som den minimumsværdi der skal sikres.

Afsætningssikkerhed: I tilfælde af, at der ikke er afsætningssikkerhed for fraktionen, antages det at fraktionen vil forbrændes. Dette er ikke et ønskværdigt scenarie, med henblik på de nationale forpligtelser til de europæiske målsætninger.

VURDERING AF ØKONOMISK PÅVIRKNING

Den økonomiske vurdering, ved indsamlingen af en ny fraktion, omfatter i denne undersøgelse tømme-frekvens, indkøb af nye beholdere samt omkostninger forbundet med afsætningen. Det er essentielt at kommunerne har kendskab til omkostningerne forbundet med den enkelte indsamling, dog vurderes det i denne undersøgelse, at dette kun udgør 30% af den samlede vurdering, da etableringen selvsagt forventes at have omkostninger forbundet.

Ved særskilt indsamling forventes der omkostninger, forbundet med indkøb af nye beholdere eller skil-lerum. Da fraktionen på nuværende tidspunkt ikke indsamles i beholdere, i de danske kommuner, vil dette derfor gøre sig gældende for alle danske kommuner (Miljøstyrelsen, 2020b). Ved særskilt indsam-ling af fraktionen i en affaldsbeholder på 240L, går der 25 uger før beholderen opnår en fyldningsgrad på 100% (Bilag 22). Fraktionen forventes afsat særskilt med en negativ afregning på -250 til -350 kr./t (Vestforbrænding, 2020).

Ved kombineret indsamling med plastaffald, vil det i højere grad være muligt at anvende de nuværende beholdere. Plastaffald, i forskellige kombinationer, indsamles i 62 kommuner ved henteordning i behol-der, hvor MDK potentielt kan tilføjes som kombineret fraktion (Miljøstyrelsen, 2020b). Med udgangs-punkt i en affaldsbeholder på 240L, forventes kombinationen at opnå en fyldningsgrad på 100% efter 4,92 uger (Bilag 22). Kombinationen forventes at kunne afsættes med en negativ afregning på -2.500 kr./t, hvilket derfor ikke har en påvirkning på den nuværende afsætningspris på plast (Vestforbrænding, 2020).

Ved kombineret indsamling med plast- og metalaffald, vil der ligeledes være mulighed for anvendelse af de nuværende affaldsbeholdere. Syv kommuner har kombinationen med plast- og metalaffald med hen-teordning i affaldsbeholder. Dog har flere kommuner kombineret indsamling af metal- og glasaffald samt hård plast, hvilket ikke længere er en godkendt fraktion jf. affaldsbekendtgørelsen - denne kombi-nation skal udfases senest 1 januar 2025, hvor MDK og blød plast alternativt kan tilføjes i kombinationen som stedfortrædere for glasaffaldet (Miljøstyrelsen, 2020b). I kombinationen med plast- og metalaffald, er der beregnet en tømmeffrekvens på 4,5 uger, mens der i kombination med papaffald er beregnet en tømmeffrekvens på 4,68 uger (Bilag 22). Metalaffald afsættes normalt med en positiv afregning på 850 kr./t. Ved kombineret indsamling med plast- og metalaffald, forventes en negativ afregning mellem -2000 til -2.500 kr./t. Det forventes derfor at kombinationen vil forværre afsætningsprisen - specielt for metalaffald - betydeligt (Vestforbrænding, 2020).

Ved kombineret indsamling med papaffald, antages det ligeledes, at MDK kan tilføjes i de eksisterende beholdere. I alt har 54 kommuner henteordning i affaldsbeholder til papaffald, hvor affaldet ofte ind-samles i kombination med papiraffald (Miljøstyrelsen, 2020b). For kombinationen med papaffald, er tømmeffrekvensen beregnet til 4,68 uger (Bilag 22). Det er vurderet at papaffald har en positiv afregning på 350kr, mens den i kombination med MDK vil have en negativ afregning på -250kr/t (Vestforbræn-ding, 2020). Det forventes derfor, at kombinationen vil forværre afsætningsprisen betydeligt.

VURDERING AF ERFARING

Vurderingen af erfaring, omhandler det nuværende erfaringsniveau vedrørende indsamlingen. Erfaring vægtes til at udgøre 15% i den samlede vurdering, da erfaring i affaldshåndteringen, samt ved tidligere indsamlingsordninger, kan anvendes til at danne et vidensgrundlag for eksempelvis tømmeffrekvens og indsamlingsprocent.

Der har kun været få forsøg med særskilt indsamling af MDK, dog ingen erfaringer med indsamling særskilt i affaldsbeholder. Erfaring med afsætningen af fraktionen er ligeledes begrænset, men er en mulig og godkendt kombination på visse sorteringsanlæg (Bilag 13).

Kombinationen med plastaffald er undersøgt i sorteringsforsøget i Solrød Kommune og Roskilde Kommune. Kombinationen godkendt af Hündgen Entsorgung, hvortil det forventes at sorteringsanlægget har erfaring med kombinationen (Bilag 13).

Kombinationen med plast- og metalaffald er godkendt af Hündgen Entsorgung, hvortil det forventes at sorteringsanlægget har erfaring med kombinationen. Kombinationen er normal i Tyskland, hvor sorteringsanlæggene har flere års erfaring med sorteringen af kombinationen (Bilag 13).

Der har tidligere været danske forsøg med kombinationen med papaffald og andre fødevareremballager, såsom pizzabakker. Her har den svenske papirmølle, Fiskeby Board, erfaring med oparbejdning af fraktionen (Bilag 15).

VURDERING AF MILJØMÆSSIG PÅVIRKNING

Vurderingen af den miljømæssige påvirkning, omfatter påvirkningen på andre fraktioner, renheden ved afsætning til oparbejdningsanlæg, samt tidsperioden fra kildesortering til genanvendelse. Den miljømæssige påvirkning vurderes til at udgøre 55% i den samlede vurdering, da perspektiverne, fundet gennem analysen, kan have en direkte påvirkning på den efterfølgende genanvendelse. Med henblik på cirkulær økonomi, er det er nødvendigt at sikre rene fraktioner, for dermed at sikre den efterfølgende genanvendelse.

Ved særskilt indsamling forventes det ikke, at der vil være en påvirkning på kvaliteten af andre fraktioner, da den indsamles i eget rum eller beholder. Det forventes at fraktionen ikke kan afsættes til Fiskeby Board, da de udelukkende modtager fraktionen i kombination med papir- og papaffald. Det antages dog alligevel, at fraktionen kan afsættes direkte til papirmøller, da det antages at fraktionen lever op til modtagerkravene (Bilag 15). Der bør dog være opmærksomhed på, at ikke alle papirmøller modtager fra andre aktører end den gældende producentansvarsorganisation, hvilket eksempelvis gør sig gældende for Niderauer Mühle. Ved særskilt indsamling, indsamlet i 40%-delen af en affaldsbeholder på 240L, anbefales en otte ugers tømme frekvens, hvilket har en beregnet fyldningsgrad på 83%. Ved afsætning uden sortering, vil det betyde, at der kan gå maksimalt 64 dage fra kildesortering til genanvendelse. Hvis tidsperioden fra indsamling til genanvendelse ønskes reduceret, bør det overvejes hvorvidt tømme frekvens skal reduceres til en fire ugers tømme frekvens. Hvilket reducerer antallet af dage fra kildesortering til genanvendelse med 28 dage - dermed vil der maksimalt gå 36 dage fra kildesortering til genanvendelse.

Ved kombinationen med plastaffald har Plastindustrien nævnt, at kartonerne kan kontaminere plaststrømmen, hvilket kan påvirke afsætningsprisen, da fraktionen potentielt skal vaskes eller sorteres yderligere (Plastindustrien, 2021). I sorteringsforsøget i Solrød Kommune, var det indsamlede affald

ikke komprimeret i renovationsbilen, og der er derfor ikke fundet bevis for at MDK kontaminerer plastaffaldet. Det forventes, at ved afsætning til sorteringsanlæg, at fraktionen efterfølgende afsættes til papirmøllerne jf. produktspecifikationen (Bilag 18). Ved kombination med plastaffald, anbefales en fire ugers tømmefrekvens i en affaldsbeholder på 240L, med en fyldningsgrad på 81%, hvilket, med omlastning og efterfølgende genanvendelse, maksimalt kun medfører en tidsperiode på 57 dage fra kildesortering til genanvendelse.

Ved kombinationen med plast- og metalaffald, vurderes samme perspektiver som i indsamlingen kombineret med plastaffald. Dog vurderes det, at der i højere grad vil være en påvirkning, da fraktionerne i højere grad forventes filtet sammen ved komprimering, hvilket vil have betydning på mængden af sorteringsrejekt (Bilag 17). Det forventes ligeledes, at fraktionen efterfølgende afsættes til papirmøllerne jf. produktspecifikationen (Bilag 18), gennem afsætning til et sorteringsanlæg. Kombinationen med plast- og metalaffald, anbefales ligeledes indsamlet i en affaldsbeholder på 240L med en fire ugers tømmefrekvens, hvortil der opnås en fyldningsgrad på 83%. Det vurderes at tidsperioden fra kildesortering til genanvendelse maksimalt er på 57 dage.

Ved kombination med papaffald, der afsættes som en ren og tør fraktion, vil kartonerne, ved komprimering i renovationsbilen, forventes at kontaminere papaffaldet. Da der i forsøget ikke er undersøgt, hvor stor kontaminering der finder sted ved komprimering i renovationsbilen, vurderes det, at der vil være en påvirkning, grundet mængden af kontaminering i kartonerne. Ved kombinationen med papaffald, forventes fraktionen ikke at kunne indgå i en sorteringsproces inden afsætning til Fiskeby Board. Ud fra sorteringsforsøget, vil dette betyde, at der i visse tilfælde vil være en højere mængde fejlsorteringer i kombinationen, hvilket kan betyde, at de afsatte mængder afvises på papirmøllen (Bilag 15). Kombinationen med papaffald anbefales ligeledes at have en fire ugers tømmefrekvens i en affaldsbeholderbeholder på 240L, hvortil der opnås en fyldningsgrad på 85%. Det vurderes, at ved direkte afsætning til oparbejdningsanlæg efter kildesortering, at den maksimale tidsperiode fra kildesortering til genanvendelse er 36,5 dage.

SUCCESKRITERIE: AFSÆTNINGSSIKKERHED

Ved særskilt indsamling, kan fraktionen afsættes til sortering, for at reducere eventuelle fejlsorteringer, hvorefter fraktionen kan afsættes til papirmøllerne (Bilag 13). Alternativt kan fraktionen afsættes direkte til papirmøllerne, hvortil det risikeres at flere læsninger vil blive afvist, da der kan findes for høje mængder fejlsortering jf. produktspecifikationen (Bilag 18).

Ved kombinationen med plastaffald, vurderes der en høj afsætningssikkerhed, da sorteringsanlæggene i forvejen håndterer store dele af de danske mængder af plastaffald, samt at kombinationen er godkendt hos Hündgen Entsorgung, der ligeledes har ledig kapacitet og forventet øget kapacitet i de kommende år (Bilag 13).

Kombinationen med plast- og metalaffald forventes ligeledes at have en høj afsætningsikkerhed, da kombinationen modtages af de tyske sorteringsanlæg, der både har erfaring og kapacitet til behandling af kombinationen (Bilag 13).

Kombinationen med papaffald er vurderet til at have en lav afsætningsikkerhed, da fraktionen forventes direkte afsat til Fiskeby Board. Fiskeby Board har angivet, at de på nuværende tidspunkt ikke har ledig kapacitet, og ikke har planlagt kapacitetsudvidelser i nærmeste fremtid (Bilag 15). I tilfælde af at fraktionen ikke kan afsættes til Fiskeby Board, er det vurderet af COWI, at kombinationen ikke blot kan omdirigeres til sortering, da markedet i forvejen er overfyldt (COWI, 2020).

SUCCESKRITERIE: ESTIMERET REEL GENANVENDELSE

Ved særskilt indsamling er det vurderet, at der kan opnås 74% ($\pm 3\%$) reel genanvendelse, ved en indsamlingsprocent på 100%. Baseret på undersøgelsens antagelse af en mulig indsamlingsprocent på 69%, vil det være muligt at opnå en reel genanvendelse på ca. 51% ($\pm 3,5\%$). Det er derfor kun muligt at opnå den europæiske målsætning i tilfælde af en indsamlingsprocent på 100% (Bilag 23).

Kombinationen med plastaffald er vurderet til at opnå ca. 63% ($\pm 3\%$) reel genanvendelse, ved en indsamlingsprocent på 100%. Baseret på undersøgelsens antagelse af en mulig indsamlingsprocent på 69%, vil det være muligt at opnå en reel genanvendelse på ca. 43% ($\pm 3,5\%$). Det er derfor kun potentielt muligt at opnå den europæiske målsætning i tilfælde af en indsamlingsprocent på 100% (Bilag 23).

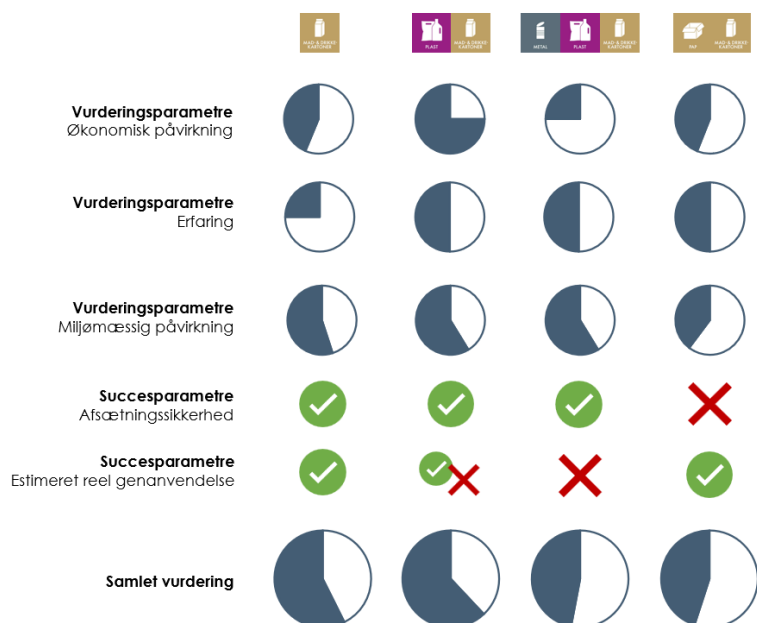
Kombinationen med plast- og metalaffald er vurderet til at kunne opnå ca. 61% ($\pm 3\%$) reel genanvendelse, ved en indsamlingsprocent på 100%. Baseret på undersøgelsens antagelse af en mulig indsamlingsprocent på 69%, vil det være muligt at opnå en reel genanvendelse på ca. 42% ($\pm 3,5\%$). Det er derfor ikke muligt at opnå den europæiske målsætning i tilfælde af en indsamlingsprocent på 100% (Bilag 23).

Kombinationen med papaffald er vurderet til at opnå ca. 73% ($\pm 3\%$) reel genanvendelse ved en indsamlingsprocent på 100%. Baseret på undersøgelsens antagelse af en mulig indsamlingsprocent på 69%, vil det være muligt at opnå en reel genanvendelse på ca. 50% ($\pm 3,5\%$). Det er derfor kun muligt at opnå den europæiske målsætning i tilfælde af en indsamlingsprocent på 100% (Bilag 23).

Det er dog ikke muligt for nogle af indsamlingsscenarierne at opnå den europæiske målsætning for genanvendelse af emballage på 65% ved den antagende indsamlingsprocent på 69% (Bilag 20).

SAMMENLIGNING OG VURDERING AF RESULTATER

Ud fra ovenstående sammenligning af vurderings- og succeskriterierne, er der nedenstående en sammenfatning af den samlede vurdering. Under hvert parameter, er der udarbejdet en pointfordeling på de essentielle områder, med dertilhørende vægtning. Dette kan ses i Bilag 24 - Vurdering af indsamlingsscenarier.



Vurdering af indsamlings-scenarierne

Figur 19. Vurdering af indsamlings-scenarierne baseret på undersøgelsens vurderings- og succesparametre (Bilag 23).

Vurderingsgrundlaget findes i Bilag 24.

I den økonomiske påvirkning vurderes det, at kombineret indsamling med plastaffald er bedst, efterfulgt af kombineret indsamling med papaffald, særskilt indsamling og afslutningsvis kombineret indsamling med plast- og metalaffald. Dette er grundet, at påvirkningen på afsætningsprisen eksempelvis vægtes højere end den mulige tømme frekvens. Dette skyldes, at kombinationen med plast- og metalaffald vægtes lavt, mens den særskilte indsamling, hvortil der er behov for indkøb af nye affaldsbeholdere, vægtes til at have en højere økonomisk påvirkning.

Ved erfaring er der primært fundet erfaringer med indsamlingen i kombinationen med papaffald, mens der i mindre grad er erfaringer med de andre indsamlinger. Med henblik på erfaring med sortering af fraktionen, er der fundet erfaringer med kombinationen med plastaffald, plast- og metalaffald samt papaffald, mens der er begrænsede erfaringer med den særskilte indsamling.

I den miljømæssige påvirkning, er særskilt indsamling vurderet bedst, efterfulgt af kombinationen med plastaffald, kombinationen med plast- og metalaffald og afslutningsvis kombinationen med papaffald. Her er renhed ved afsætning til oparbejdningsanlæg vægtes højest, efterfulgt af påvirkning på andre fraktioner og afslutningsvis tidsperioden fra kildesortering til indsamling.

Undersøgelsens succes kriterier opstilles som nødvendige at opfylde, for at sikre opfyldelse af de nationale forpligtelser, samt muligheden for at sikre genanvendelsen af fraktionen. Med henblik på afsætningsikkerhed, er det udelukkende kombinationen med papaffald, som ikke vil have afsætningsikkerhed, og vurderes derfor ikke egnet til indsamling af fraktionen. I affaldsbekendtgørelsen er denne kombination heller ikke en mulig kombination, hvilket ligeledes fjerner indsamlingsscenarioets potentiale i

dansk kontekst (Miljøministeriet, 2020b). Med henblik på reel genanvendelse, med udgangspunkt i en indsamlingsprocent 100%, vil den særskilte indsamling samt kombinationerne med plast- og papaffald, kunne leve op til de europæiske målsætninger. Ved kombination med plast- og metalaffald, er det ikke muligt at opnå 65% genanvendelse.

I den samlede vurdering af indsamlingsscenarierne, opnår kombinationen med plastaffald den bedste vurdering, efterfulgt af særskilt indsamling. Dette begrundes ved, at den kombinerede indsamling med plastaffald har en væsentlig lavere økonomisk påvirkning. Kombinationen med plast- og metalaffald opnår ikke succeskriteriet, og er derfor placeret næstsidst. Kombinationen med papaffald er vurderet lavest i undersøgelsen da denne er vurderet til ikke at have en afsætningsikkerhed. Ud fra undersøgelsen af indsamlingsscenarierne er det derfor udelukkende særskilt indsamling, som lever op til de opstillede succeskriterier.

Ovenstående resultater og analysens validitet vil i næste kapitel indgå i en diskussion, hvor der ligeledes vil blive diskuteret hvilke udviklingspotentialer, som findes i den fremtidige håndtering af fraktionen.



DISKUSSION

KAPITEL 8



I dette kapitel vil der foretages en opsamling på de pointer, som er konstateret gennem ovenstående analyse. Disse pointer vil blive brugt som led i en diskussion af undersøgelsens resultater, hvortil der vil blive ført en diskussion af den planlægningsproces, som kommunerne har været underlagt ved implementeringen af *Klimaplan[en] for en grøn affaldssektor og cirkulær økonomi* (Regeringen, 2020). Derudover vil udfordringerne for øget cirkularitet blive diskuteret.

8.1 DISKUSSION AF UNDERSØGELSENS RESULTATER

Undersøgelsens formål er at danne et beslutningsgrundlag for de danske kommuner, med henblik på indsamlingen af MDK. Udfordringerne med at danne et bredt kommunalt beslutningsgrundlag, findes ved den enkelte kommunes prioritering og nuværende indsamlingsordning, hvilket eksempelvis gør sig gældende i ønsket om antal beholdere og fraktioner. I led med indsamlingen af de ti fraktioner, herunder MDK, vil der dog dannes et fælles nationalt ambitionsniveau (Regeringen, 2020).

I sammenligningen af indsamlingsscenerierne, er der skabt et fundament og overblik for udvælgelse af indsamling af MDK. Vurderingsparametrene er forsøgt vurderet gennem et holistisk perspektiv, med respekt fra holdninger fra aktørerne i affaldssektoren. Den samlede vurdering har prioriteret den miljømæssige påvirkning højest, hvortil der ligeledes er respekt for den økonomiske påvirkning og det eksisterende erfaringsniveau. Hvorvidt vægtningen af undersøgelsens vurderingsparametre burde være anderledes, må vurderes af de aktører, som vil tage udgangspunkt i denne undersøgelse, som grundlag for implementeringen af MDK-fraktionen. Undersøgelsens resultater bør derfor anvendes som et grundlæggende beslutningsgrundlag, mens de service- og driftsmæssige perspektiver bør undersøges yderligere af den enkelte kommune. Det er essentielt at kommunen gør sig de rette overvejelser, inden de nye affaldsordninger er etableret, da ændring af ordningerne kan være omkostningsfuldt, både med henblik økonomi samt borgernes tillid og vaner (Jørgensen, et al., 2021).

Resultaterne har vist, at særskilt indsamling og kombinationen med plast er vurderet som mulige løsninger, mens de andre kombinationer lever ikke op til de opstillede succesparametre. Kombinationen med papaffald, hvilket ikke lever op til succeskriteriet afsætningssikkerhed, kan udelukkes på baggrund af affaldsbekendtgørelsen, da kombinationen ikke er godkendt (Miljøministeriet, 2020b). Kombinationerne plast- og metalaffald, kunne derimod ikke opnå en reel genanvendelse på 65% med en indsamlingsprocent 100%. Kombinationen med plastaffald, kan med usikkerheder nå op på de 65%, hvilket dog kan variere i den pågældende proces. Succeskriteriet på 65% er den europæiske målsætning for genanvendelse af emballageaffald i 2025, og der er derfor fortsat muligt at ny teknologi eller øget sorteringseffektivitet på behandlingsanlæggene kan øge den nuværende genanvendelse.

I tilfælde af at PolyAl-fraktionen genanvendes, frem for energiudnyttelse, vil der, ved en indsamlingsprocent på 69%, være mulighed for at opnå henholdsvis 66,3% reel genanvendelse for særskilt indsamling, 56% ved kombination med plastaffald, 54,7% i kombination med plast- og metalaffald samt 65% i kombinationen med papaffald (Bilag 23). Den europæiske målsætning er derfor relativ problematisk at

opnå, selv med udgangspunkt i, at PolyAl-fraktionen kan genanvendes. Dog bliver det nævnt af EXTR:ACT, at der i slutningen af 2021 vil være opstartet en proces, hvortil der regnes med, at en tredjedel af PolyAl kan genanvendes (Bilag 10). Det vil være en læringskurve fremadrettet, hvortil håbet er, at der kan opnås en højere genanvendelsesprocent i nær fremtid.

At fastsætte en målsætning for den reelle genanvendelse, bør tage udgangspunkt i en fremtidig teknologisk udvikling i behandlingen, mens den samtidig bør være realistisk at opnå for kommunerne. Som angivet af ACE, i deres hørings svar til affaldsbekendtgørelsen, anbefaler de en målsætning til den kommunale indsamling på 70% (ACE, 2020a). Denne målsætning er eftervist mulig, efter en kort indkøringsperiode i både Solrød Kommune og Roskilde Kommune, og det anses derfor ikke som en urealistisk målsætning. Det bør overvejes hvorvidt en målsætning for reel genanvendelse bør placeres. Med udgangspunkt i minimumsværdien, som er fundet i denne undersøgelse, vil 45% reel genanvendelse være at bestræbe som minimumsværdi. Hermed vil det være nødvendigt for kommunerne at forsøge at opnå en indsamlingsprocent på 70% - eller højere - samt at bruge udbuddene til at finde de mest effektive sorteringsanlæg, hvilket forventes at presse anlæggene til at effektivisere deres nuværende behandling kontinuerligt. Ved en målsætning omkring 45% reel genanvendelse, vil kombinationerne med plastaffald samt plast- og metalaffald kunne anbefales.

Grundet dispensationsmuligheden i affaldsbekendtgørelsen, som flere kommuner har anvendt (Miljøministeriet, 2021), bør det diskuteres hvorvidt der bør opstilles en national målsætning for 2025. Ved at opstille en målsætning for 2025, gives kommuner med modtaget dispensation, mulighed for at have deres affaldsordning fuldt udrullet, samtidigt med at der kan drages erfaringer fra de allerede etablerede indsamlinger. Det kan derfor give mening at opstille 2025-målsætningen således, at der skal opnås en indsamlingsprocent på 70%, samt en reel genanvendelse på 45%, hvilket bør være opnåeligt, set i forhold til de nyere undersøgelser, herunder denne undersøgelse. Målsætningerne herefter bør følge det nuværende ambitionsniveau, og forsøge at øge mængderne til indsamling betydeligt, så der gradvist forsøges at opnå det fulde indsamlingspotentiale. Med udgangspunkt i det tyske affaldssystem, der har haft indsamling af MDK i en årrække, og opnår en indsamlingsprocent 87% (Zero Waste Europe, 2020), bør der udføres en evaluering af den danske indsamling senest i 2025, hvorefter det bør revideres hvorvidt målsætningen skal øges.

Det er samtidigt nødvendigt at evaluere de forskellige ordninger, med henblik på påvirkningen på de kombinerede fraktioner, hvortil der er et begrænset vidensgrundlag. Denne undersøgelse har fokus på den reelle genanvendelse af MDK, og undersøger derfor ikke hvilken påvirkning de forskellige kombinationsmuligheder har på de kombinerede materialer. Som anvist i undersøgelsen er MDK en mindre fraktion, set i forhold til pap- og plastaffald, og i tilfælde af at det dokumenteres, at MDK kontaminerer de kombinerede fraktioner i så høj grad, at det påvirker genanvendelsesmulighederne, bør det overvejes hvorvidt fraktionen bør indsamles særskilt.

Som nævnt i afsnit 3.7 - Fejlkilder og følsomhedsvurdering, er der anvendt usikkerheder i undersøgelsens estimering af den reelle genanvendelse for at øge undersøgelsens validitet. De processer, som er

anvendt i undersøgelsen, tager udgangspunkt i specifikke anlæg, som er kortlagt gennem undersøgelsen. Der kan ligeledes indfinde sig højere eller lavere sorteringseffektivitet, hvilket kan have en betydning for opgørelsen af den reelle genanvendelse. Det er derfor nødvendigt, at den enkelte kommune kortlægger sin egen proces, for at opnå et retvisende billede. Datagrundlaget fra papirmøllerne kommer fra gennemsnit, der er opgivet af EXTR:ACT, Niderauer Mühle og fra nærliggende undersøgelser. I tilfælde af at fraktionen afsættes til tyske sorteringsanlæg, vurderes undersøgelsens opgørelse repræsentativ, grundet at fraktionen afsættes gennem ReCarton, der kan afsætte til flere forskellige europæiske papirmøller (Bilag 10).

8.2 KRITIK AF PLANLÆGNINGSPROCESSEN

Et centralt element i kommunernes affaldsplanlægning, har hidtil været kommunernes egen mulighed for at undersøge affaldets sammensætning, hvortil kommunerne selv har kunne planlægge hvilke fraktioner der har været mulige og/eller nødvendige at indsamle. Gennem affaldsbekendtgørelsen af 18. december 2012, har kommunerne haft muligheden for at beslutte hvilke affaldsordninger der var nødvendige, samt hvorvidt de enkelte affaldsordninger var være baseret på hente- eller bringeordninger - dog skulle der etableres henteordninger for dagrenovation og papiraffald (Miljø- og Fødevarerministeriet, 2012). Med dette har det været kommunernes egen vurdering af behovet for indsamlingsordninger, der har lagt til grund for affaldsplanlægningen.

Gennem Regeringens *Klimaplan for en grøn affaldssektor og cirkulær økonomi* (Regeringen, 2020), er kommunernes mulighed for at vurdere behovet for indsamlingsordninger fjernet, da det her er fastlagt, at alle kommuner skal indsamle ti forskellige fraktioner, hvilket der ikke kan afviges fra. Samtidigt er der, gennem affaldsbekendtgørelsen af 9. december 2020 (Miljøministeriet, 2020b), sat konkrete krav til, hvordan fraktionerne skal indsamles samt hvordan disse kan kombineres. Dermed indskrænkes kommunernes mulighed for at tilrette affaldsordningerne, hvilket i grove træk reduceres til kun at omhandle beholderstørrelsen og tømmefrekvensen.

Politiske strategier og ændret lovgivning løser som udgangspunkt ingen problemstillinger. Det er først når ændringerne implementeres i de kommunale affaldshåndteringsplaner, samt hos borgerne, at der skabes et fundament for samfundsændringer. Kommunerne er den tætteste lokale myndighed for borgerne, og er derfor oftest bindeleddet mellem lovgivere og borgere. Derfor er det essentielt at få kommunerne med på omstillingen til en cirkulær økonomi, da de er en nøglespiller i den lokale forankring, både som myndighed, partner og formidler (Berg-Sørgensen et al., 2017). Derfor er det vigtigt, at kommunerne får muligheden for at undersøge fraktionen lokalt, samt udarbejde en strategi for implementeringen.

Det har vist sig, at størstedelen af kommunerne dog ikke har muligheden for at implementere ændringerne inden deadline (KL, 2021), da den korte tidsramme har betydet, at det ikke har været muligt at undersøge fraktionen eller udarbejde en strategi for implementeringen. Dette skyldes dels, at

kommunerne allerede har eksisterende aftaler med både beholderleverandører, renovatører og lignende, hvilket ikke nødvendigvis giver en mulighed for at kunne implementere MDK-fraktionen inden deadline. Dertil vil der kunne forventes ventetid på levering af nye beholdere og skraldebiler, samtidigt med, at der vil være udfordringer med at kunne udføre en offentlig høring af affaldshåndteringsplanerne.

Når kommunerne har udfordringer med at implementere fraktionen inden deadline, er det derfor vigtigt at der foreligger et gennearbejdet datagrundlag, som kommunerne kan tage udgangspunkt i. Datagrundlaget vil lette kommunernes affaldsplanlægning, hvilket vil reducere den tid det tager at implementere fraktionen. Men da der ikke findes et sådant datagrundlag, risikeres det, at kommunerne foretager fejlinvesteringer i beholdere, samt sætter forkerte tømmefrekvenser, der potentielt skal ændres løbende. Eksempelvis har Herning Kommune forsøgt at indsamle MDK-fraktionen kombineret med plast- og metalaffald, hvor det har vist sig, at beholderen blev fyldt hurtigere end forventet, hvilket har resulteret i, at kommunen har øget antallet af tømninger (Bilag 16). Specifikt er tømmefrekvensen ændret fra en fire-ugers frekvens til en tre-ugers, hvilket må forventes at medføre højere økonomiske omkostninger (Bilag 7).

Dermed har klimaplanen og affaldsbekendtgørelsen skabt store problematikker for kommunerne, hvilket er et resultat af en kort tidsramme for implementeringen, samt mangel på data omkring fraktionen. Der findes nemlig ikke konkrete data for indsamlingspotentialer, hvilket betyder, at kommunerne ikke selv kan beregne den potentielle indsamlingsprocent. Dertil har flere kommuner et ønske om, at der gives adgang til data omkring de markedsførte mængder af MDK i deres område, så der er mulighed for at beregne indsamlingspotentialerne (Bilag 16). Der efterspørges derfor konkrete nationale data, som er baseret på undersøgelser af fraktionen.

8.3 UDFORDRINGER FOR ØGET CIRKULARITET

Som konstateret i denne undersøgelse, er der en udfordring ved at sikre recirkulering af ressourcerne i behandlingen af MDK. PolyAl-fraktionen anvendes på nuværende tidspunkt ikke i nævneværdig høj grad, og der er derfor behov for øgede behandlingsmuligheder for fraktionen. Optimalt bør ressourcerne recirkuleres i egen værdikæde, for at danne et lukket kredsløb uden tab af ressourcer (Ellen MacArthur Foundation, 2013). Gennem undersøgelsen er det dog gjort klart, at dette ikke vil være en mulighed, hvis der fortsat skal bevares en høj fødevarer sikkerhed i de emballerede fødevarer. Det bedste alternativ er, at fibrene downcycles til produkter af lavere kvalitet, og recirkuleres til anvendes i en anden sektor. Dermed skal det bestræbes at danne industriel økologi, hvor ressourcerne recirkuleres på tværs af sektorer og industrier. Dette kan ligeledes gøre sig gældende for den fremtidige behandling af PolyAl, da der ikke er kendskab til hvorvidt materialerne kan recirkuleres tilbage i værdikæden, uden at gå på kompromis med fødevarer sikkerheden.

Recirkulering drives generelt af efterspørgsel på genanvendte materialer (Bilag 13), og kvaliteten af de genanvendte materialer giver derfor et blik på den nuværende teknologiske begrænsning, samt på efterspørgslen fra markedet. I tilfælde af, at genanvendt plast er efterspurgt, ville der med stor sandsynlighed være teknologi til rådighed, som kan adskille PolyAl-fraktionen i særskilte materialer til efterfølgende genanvendelse. Dog er efterspørgsel på genanvendt plast lav i europæisk perspektiv, og det er derfor en udfordring at udvikle teknologi, da det økonomiske grundlag ikke er sikret ved afsætning (EU, 2018c).

For at sikre en effektiv genanvendelse, er det nødvendigt at sikre rene fraktioner til genanvendelse, så omkostninger holdes nede og kvaliteten af materialerne ikke forringes (EU, 2018c). Med henblik på MDK, gør dette sig specielt gældende ved den interne kontaminering, der kan påvirke den efterfølgende genanvendelse. Gennem forsøget i Solrød Kommune, er der fundet specifikke produkttyper, der har en øget mængde intern kontaminering, og derfor potentielt skaber udfordringer for den efterfølgende genanvendelse og anvendelsesformål. I takt med implementeringen af engangsplastdirektivet, der fastsætter krav om at låg skal være fastmonteret på kartonerne (EU, 2019b), kan der være mulighed for øget kontaminering af kartonerne, hvilket frygtes at skabe udfordringer i den efterfølgende oparbejdning. Niderauer Mühle har nævnt, at de tidligere har set en stigning i mængden af intern kontaminering, i takt med at flere kartoner fået skruelågsåbning, fremfor almindelig kartonåbning (Bilag 14). Det kan derfor forventes at engangsplastdirektivets ændringer vil medfølge en højere mængde af intern kontaminering i kartonerne.

Udover den interne kontaminering, bør det ligeledes overvejes, hvorvidt kombineret indsamling vil påvirke kvaliteten af de kombinerede materialer. Der er manglende datagrundlag for den konkrete påvirkning på genanvendelsen af de kombinerede fraktioner, der er indsamlet i kombination med MDK. Som vurderet i undersøgelsen, vil tilføjelsen af kombinerede materialer, have en betydning for sorteringseffektiviteten, hvilket ligeledes forventes at have en betydning for de kombinerede fraktioner. Den valgte indsamling bør derfor evalueres, med henblik på at mindske påvirkningen af de kombinerede fraktioner.

Indsamlingen af MDK bidrager som udgangspunkt udelukkende til at øge genanvendelsen af kommunalt affald, men bidrager ikke til at nedbringe affaldsmængderne, øgede incitamenter for ECO-design, eller øget efterspørgsel på genanvendte materialer. Selvom producenterne forsøger sig med at reducere deres CO₂-aftryk, ved at anvende genanvendte materialer og FSC-mærket træ, samt at mindske mængden af aluminium i kartonerne (Bilag 11), vil der fortsat være en udfordring med henblik på efterspørgsel på genanvendt materiale. Det er derfor nødvendigt at undersøge hvilke regulatoriske tiltag, der kan anvendes for at øge efterspørgslen for genanvendte materialer samtidigt med, at affaldsmængderne nedbringes, og eventuelle problematiske materialer udfases eller re-designes til den efterfølgende genanvendelse.

Producentansvaret på emballage og emballageaffald er endnu ikke indført i Danmark, som det eneste europæiske medlemsland, og den konkrete udformning er endnu ukendt. Producentansvaret kan skabe incitament for øget efterspørgsel af genanvendte materialer, samt en reducere af de producerede affaldsmængder, eksempelvis gennem afgiftsmodulering. Afgiftsmodulering kan eksempelvis baseres på markedsført mængder, eller på CO₂-bidrag på anvendte materialer. Ved at anvende afgiftsmodulering, baseret på CO₂-bidrag, vil der eksempelvis skabes et øget økonomisk incitament for anvendelsen af genanvendte materialer (Loukil et al., 2014). Selvom der ikke er kendskab til den konkrete organisering af producentansvaret, bør det dog forventes at kommunerne vil have det organisatoriske ansvar for indsamlingen, i takt med den nye strømlining af affaldsindsamlingen. Hvis dette ikke er tilfældet, vil det have store konsekvenser for kommunerne, der både har investeret i affaldsbeholdere, renovationsbiler og en målrettet formidling til borgerne. Organisering af producentansvaret og den generelle strukturelle udformning, kan derfor have en større påvirkning på de kommunale forhold.

Hvis de europæiske målsætninger skal opfyldes, er det nødvendigt, ikke blot at øge indsamling af kommunalt affald, men derimod også at mindske affaldsproduktionen og øge efterspørgsel på genanvendte materialer. En strømlining af affaldsindsamlingen skaber dog et fundament for at øge de genanvendte affaldsmængder, samt at skabe mulighed for etablering af storskalaanlæg til håndtering af affaldsmængderne. Indsamlingen kan dog ikke ansues som en enkeltstående løsning for den cirkulære økonomi. Det er fortsat nødvendigt at der skabes et marked for de genanvendte materialer, da sorteringen og den efterfølgende genanvendelse kun er så effektiv som markedet efterspørger (Bilag 13).





KONKLUSION

KAPITEL 9

Xtra
APPELSINUR
Fria koncentrat
Fria koncentrat

SPIR
ØKOLOGISK
HÅREDAK

YOGHURT
0,5%
LOGISMOSE
ØKOLOGISK
YOGHURT
NATUREL

ÅNGLAMARK
ØKOLOGISK
MINIMÆLK
0,4% FEDT
1 liter
Thise

Arla
FRISK DANSK
SÆD
MÆLK 3,5%
GOD DYREVELFÆRD
ANET RUNDT

ÅNGLAMARK
ØKOLOGISK
MINIMÆLK
0,4% FEDT
1 liter
Thise

ÅNGLAMA
ØKOLOGISK
MINIMÆLK
0,4% FEDT
1 liter
Thise

Gennem undersøgelsen er der kortlagt udfordringer og potentialer for indsamlingen og genanvendelsen af de enkelte indsamlingsscenarier. Ud fra kortlægningen, og analysen af processerne i håndteringen, er undersøgelsens vurderings- og succeskriterier udvalgt. Vurderingskriterierne er variabler der kan påvirke processen, men som ikke har en endegyldig påvirkning på, hvorvidt fraktionen kan genanvendes. Succeskriterierne er derimod nødvendige at opnå, for at sikre at fraktionen ikke forbrændes.

Ud fra parametrene økonomisk påvirkning, erfaring og miljømæssig påvirkning, er følgende indsamlingsscenarier vurderet; særskilt indsamling, kombineret indsamling med plastaffald, kombineret indsamling med plast- og metalaffald samt kombineret indsamling med papaffald. Beslutningsgrundlaget er udarbejdet ud fra en vægtning, hvis primære formål er at sikre en høj reel genanvendelse af fraktionen, med respekt for økonomiske påvirkninger og implementeringens kompleksitet.

Ud fra de opstillede vurderings- og succesparametre, er det kortlagt, hvilke udfordringer der kan gøre sig gældende i de enkelte indsamlingsscenarier, hvilket kan anvendes af kommunerne, set i forhold til deres allerede etablerede affaldsordninger. Ligeledes er der præsenteret en vurderet realistisk indsamlingsprocent, hvilket i sammenhæng med undersøgelsen af genanvendelsesprocessen, kan anvendes til estimering af den reelle genanvendelse.

Med henblik på opfyldelse af succeskriterierne, afsætningssikkerhed og reel genanvendelse, er der udfordringer for flere af indsamlingsscenarierne. Udfordringerne bør tages i betragtning ved valg af indsamling, da formålet med indsamlingen er at leve op til de nationale og europæiske målsætninger og forpligtelser, samt at sikre øget genanvendelse af emballageaffald.

Implementeringen af initiativerne i Regeringens Klimaplan, vil ændre måden hvorpå kommunerne udfører affaldsplanlægning. Ændringen sker, da Regeringen på forhånd har besluttet hvilke fraktioner der må indsamles, samt hvilke kombinationsmuligheder der er tilladte. Dermed vil lokale forhold ikke kunne medføre ændringer i måden hvorpå affaldet indsamles, hvilket vurderes at være nødvendigt for at skabe en effektiv affaldsindsamling. På denne måde har Regeringen påført staten reguleringspligten, da det er staten, som fastlægger de konkrete sorterings- og indsamlingskriterier.

Grundet manglende vidensgrundlag, samt at kommunerne ikke selv kan bestemme hvilke fraktioner der indsamles, kan det risikeres, at kommunerne fejlinvesterer, når der eksempelvis skal udarbejdes udbud på henholdsvis indkøb af affaldsbeholdere, samt ved etablering af tømmefrekvens. Dertil kan det manglende vidensgrundlag føre til, at kommunerne etablerer ineffektive affaldsordninger, hvilket kan kræve øget evaluering af indsamlingen af fraktionen.

BIBLIOGRAFI



- Affaldskontoret (2018a), Evaluering af forsøg med indsamling af pap i Rødovre Kommune
- Affaldskontoret (2018b), Notat om kompositemballager fra husholdningerne, Udgivet i Miljøministeriets Handlingsplan for cirkulær økonomi National plan for forebyggelse og håndtering af affald
- ARGO (2020), Fremtidig indsamling og afsætning af 8 fraktioner. Katalog udarbejdet af Rambøll for ARGO
- ARLA (2013) Forbrugeren prioriterer friskhed højes <https://www.arla.dk/om-arla/nyheder/2013/news/forbrugerne-prioriterer-friskhed-hoejest-55110/> set 20.01.2021
- Ayres, U. Robert & Ayres W. Leslie (2002) A Handbook of Industrial Ecology, Edward Elgar Publishing Limited
- B. Malmgren-Hansen, K. Tønning, M. Viager, T. Moesgaard Giselsson & J. Vange Heinzl (2018), Nye danske metoder til øget genanvendelse af plast, tekstil og kartonfibre, Miljøstyrelsen
- Berg-Sørensen, A., Grøn, C. & Hansen, H. (2017), Organisering i den offentlige sektor, 2. udgave, Hans Reitzels Forlag
- Brooks, Amy L., Wang, Shunli., Jambeck, Jenna R. (2018), The Chinese import ban and its impact on global plastic waste trade, Science Advances
- Brunner, Paul H. & Rechberger, Helmut (2017), Handbook of Material Flow Analysis - For Environmental, Resource and Waste Engineers, Second Edition, CRC Press
- Carton Council Canada (CCC) (2021), Cartons 101, <https://www.recyclecartons.ca/cartons-101/> set 12.03.2021.
- Cimpan, C., Wenzel, H., Maul, A., & Pretz, T. (2015). Insight into economies of scale for waste packaging sorting plants. In Proceedings of the 30th International Conference on Solid Waste Technology and Management (pp. 250-261). Widener University, Department of Civil Engineering. International Conference on Solid Waste Technology. Proceedings
- Combineering (2020), Rapport - Prøvesortering af blandet plast + metal fra ARGO, udarbejdet til ARGO
- COWI (2020), Afsætningsmuligheder for sammenblandede fraktioner ARGO - Projekt A202958, https://roskilde.dk/sites/default/files/fics/DAG/4488/Bilag/ARGO-rapport_om_fremtidig_indsamling_og_afaetning.pdf/ set december 2020.
- Ellen MacArthur Foundation (2013), Towards the Circular Economy - Economic and business rationale for an accelerated transition
- Ellen MacArthur Foundation (2014), Towards the Circular Economy - Accelerating the scale-up across Global Supply Chains
- EU (2014), Omstilling til en cirkulær økonomi: et program for Europa uden affaldsproduktion
- EU (2015), Kredsløbet lukkes - en EU-handlingsplan for den cirkulære økonomi. Europa-Kommissionen 2015, COM (2015) 614 final

- EU (2018a), Europa-Parlamentet og Rådets direktiv 94/62/EF af 20. december 1994 om emballage og emballageaffald (Emballagedirektivet), Den Europæiske Unions Tidende
- EU (2018b), Europa-parlamentets og Rådets direktiv (EU) 2018/851 af 30. maj 2018 om ændring af direktiv 2008/98/EF om affald
- EU (2018c), A European Strategy for Plastics in a Circular Economy, Europa-Kommissionen
- EU (2019a), Kommissionens gennemførelsesafgørelse (EU) 2019/1004 af 7. juni 2019 om fastsættelse af regler for beregningen, verifikationen og rapportering af data om affald i overensstemmelse med Europa-Parlamentets og Rådets direktiv 2008/98/EF og om ophævelse af Kommissionens gennemførelsesafgørelse C(2012) 2384
- EU (2019b), Europa-Parlamentets og Rådets direktiv (EU) 2019/904 af 5. juni 2019, om reduktion af visse plastprodukters miljøpåvirkning. Link: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DA/TXT/HTML/?uri=CELEX:32019L0904&from=DA>
- F. Loukil. & L. Rouached. (2014), Implementing Extended Producer Responsibility: Comparative Analysis of Packaging Waste Management - Working Paper No. 879, The Economic Research Forum
- Fiskeby Board (2021), A sustainable approach to water use, set 18.03.2021 <https://www.fiskeby.com/sustainability/water/?lang=en>
- Fredericia Kommune (2020), Fakta-ark - Kort orientering om Fredericia Kommunes genanvendelse af UBC (drikkekartoner)
- International Recycling (2001). EN-643: Paper and board - European list of standard grades of recovered paper and board, <http://www.international-recycling.com/grades/Europeangrades.pdf>
- Jantsch, E. (1967), Technological Forecasting in Perspective - A Framework for Technological Forecasting, its Techniques and Organization, Udgivet af OECD
- Jørgensen, Henning & Werther, Inge (2021), Nye politiske krav på affaldsområdet: Kommunerne skal handle nu – uden at kende fremtidige krav, NIRAS
- Jørgensen, Carsten., Jensen, Andreas Kryger., Sandler, Daniel Harry., Petersen, Claus., Kaysen, Ole. (2019), Kortlægning af emballagemængden og økonomi i det nuværende affaldssystem - UAFF nr. 22
- Jørgensen, Carsten., Jensen, Andreas Kryger., Vodstrup, Tobias Kragh. & Kjærgaard, Mads (2019), Nabo tjek vedrørende udvidet producentansvar for emballage og emballageaffald - Orientering fra Miljøstyrelsen nr. 29, Miljøstyrelsen
- Kenniscentrum Nascheiding (2010), Final report Beverage carton recycling, Udarbejdet af Univ.-Prof. Dr.-Ing. Th. Pretz Dipl. -Ing. O. Pikhard, Institut für Aufbereitung und Recycling fester Abfallstoffe
- Kommunernes Landsforening (KL) (2021), 8 ud af 10 kommuner kan ikke overholde stram deadline til ny affaldssortering, set 27.02.2021 <https://www.kl.dk/nyheder/momentum/2021/2021-4/8-ud-af-10-kommuner-kan-ikke-overholde-stram-deadline-til-ny-affaldssortering/>
- Kristensen, Catharina Juul og Hussain, M Azhar. 2016. Metoder i samfundsvidenskaberne. Frederiksberg : Samfundslitteratur, 2016.*

Krogstrup, Hanne Kathrine og Kristiansen, Søren. 2015. Deltagende observation. København : Hans Reitzels Forlag, 2015.

Kvale, Steinar og Brinkmann, Svend. 2009. Interview. København : Hens Reitzels Forlag, 2009.

Miljø- og Fødevareministeriet (2012), BEK 1309 af 18/12/2012 Affaldsbekendtgørelse (historisk)

Miljøministeriet (2020a), Handlingsplan for cirkulær økonomi - National plan for forebyggelse og håndtering af affald 2020-2032, Høringsudkast

Miljøministeriet (2020b), Affaldsbekendtgørelse - BEK nr 2159 af 09/12/2020, <https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2020/2159>

Miljøministeriet (2020c), VEJ nr 9920 af 09/12/2020, Vejledning om sorteringskriterier for husholdningsaffald

Miljøministeriet (2021), Større fleksibilitet for kommuner med en dispensationsmulighed. Udgivet: 24/03-21 - læst 25/03-21. Link: https://mim.dk/nyheder/2021/mar/stoerre-fleksibilitet-for-kommuner-med-en-dispensationsmulighed/?fbclid=IwAR0manORF9g_kd6rsNaB1D9y9vjmA5uH-SIbKG7uo8xERgp8fj_g2EdZ1Py4

Miljøstyrelsen (2015), Oversigt over eksisterende afsætningsmuligheder for plast-, metal- og organisk affald, Udarbejdet af Affaldskontoret

Miljøstyrelsen (2020a), Affaldsstatistik 2019 - Miljøprojekt nr. 2152

Miljøstyrelsen (2020b), Kortlægning af kommunale affaldsordninger for husholdningsaffald, udarbejdet af NIRAS

Niederauer Mühle (2021), Environment, set 18.03.2021 <https://niederauer-muehle.de/en/environment/>

OECD (2008), Measuring material flows and resource productivity - OECD-Guide, Volumen 1, OECD Publishing

OECD/FAO (2020), OECD-FAO Agricultural Outlook 2020-2029, FAO, Rome/OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/1112c23b-en>

Plastindustrien (2021), Notat fra Plastindustrien, Hørings svar vedr. udkast til 'Handlingsplan for cirkulær økonomi' af 8. februar 2021

ReCarton (2021), <https://getraenkekarton.de/ueber-uns/recarton/wertstoffgewinnung-aus-getraenkekartons>

Regeringen (2013), Danmark uden affald - strategi og ressourceplan

Regeringen (2018), Strategi for cirkulær økonomi - Mere værdi og bedre miljø gennem design, forbrug og genanvendelse, Miljø- og Fødevareministeriet og Erhvervsministeriet

Regeringen (2020), Klimaplan for en grøn affaldssektor og cirkulær økonomi, Regeringen

Roskilde Kommune (2021), Affald fra énfamilieboliger før og under forsøg med øget kildesortering i Gundsømagle, Roskilde. Affaldsanalyser, volumenbestemmelser og kvalitative undersøgelser af borgernes erfaringer - Udarbejdet af Econet A/S

Solrød Kommune (2020), Mængde og sammensætning af dagrenovation fra haveboliger i Solrød Del 1, 2019 – inden den nye affaldsordning implementeres, Udarbejdet af Econet A/S

Solrød Kommune (2021), Forsøg med indsamling af mad- og drikkekartoner og tekstiler. Udarbejdet af Rambøll for Solrød Kommune, februar 2021.

Stahel, R. Walter (2019), The Circular Economy, A User's Guide, Routledge

Statistikbanken (2021), Befolkning og valg, FOLK1A. Link: <https://www.statistikbanken.dk/statbank5a/SelectVarVal/saveselections.asp>

The Alliance for Beverage Cartons and the Environment (ACE) (2017), Beverage Carton Recycling in Europe

The Alliance for Beverage Carton and the Environment, Europe (ACE) (2018) Infographic: Beverage Cartons Contribute to a Circular Economy

The Alliance for Beverage Cartons and the Environment (ACE) (2020a), Offentlig høring 2019-6081, Feedback fra den nordiske industri for drikkevareemballage om de foreslåede ændringer i retningslinjerne for indsamling og sortering af affald, Hørings svar til Miljøstyrelsen

The Alliance for Beverage Cartons and the Environment (ACE) (2020b), Best Practices of Beverage Carton Recycling

Vestforbrændingen (2020), De 10 fraktioner, Afsætningsmuligheder

Zero Waste Europe (2020), Recycling of multilayer composite packaging: the beverage carton A report on the recycling rates of beverage cartons in Germany, Spain, Sweden and the UK