

Genanvendeligt affald i indsamlet dagrenovation

-Vurdering af materialernes egnethed til
genanvendelse

Miljøprojekt nr. 1733, 2015



Titel:

Genanvendeligt affald i indsamlet dagrenovation

Redaktion:

Claus Petersen, Econet A/S
Casper Mayland, Econet A/S

Udgiver:

Miljøstyrelsen
Strandgade 29
1401 København K
www.mst.dk

År:

2015

ISBN nr.

978-87-93352-51-3

Ansvarsfraskrivelse:

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

Må citeres med kildeangivelse.

Indhold

Forord	4
Konklusion og sammenfatning	5
Summary and Conclusion	7
1. Indledning	9
1.1 Baggrund	9
1.2 Formål	9
1.3 Projektets gennemførelse	9
1.4 Rapportopbygning	10
2. Metode	11
2.1.1 Litteraturstudie	11
2.2 Indsamling af affald	12
2.3 Definition og afgrænsning af materialer	13
2.3.1 Materialer	15
2.4 Vurderingsparametre	15
2.5 Laboratorium	19
3. Resultater	21
3.1 Oversigt over parametre	21
3.1.1 Arbejdsmiljø	22
3.1.2 Arbejdsmiljø – illustreret	22
3.1.3 Afsætningspris.....	24
3.1.4 Afsætningspris – illustreret	24
3.1.5 Egnethed til genanvendelse	25
3.1.6 Egnethed til genanvendelse – illustreret	26
3.1.7 Miljøbelastning (ressourcetræk)	27
3.1.8 Miljøbelastning – illustreret	27
3.2 Parametre vurderet på materialers renhed	28
3.2.1 Arbejdsmiljø	28
3.2.2 Afsætningspris.....	29
3.2.3 Egnethed til genanvendelse	30
3.2.4 Miljøbelastning	31
Referencer	33
Bilag 1: Blød plast	35
Bilag 2: Glas	44
Bilag 3: Hård plast	52
Bilag 4: Metal	62
Bilag 5: Pap	72
Bilag 6: Papir	81

Forord

Kommunernes Landsforening har gennem Miljøstyrelsen søgt og fået tilsagn om støtte til at gennemføre en undersøgelse af genanvendeligheden af materialer i indsamlet dagrenovation efter modtagelse på affaldsenergianlæg. KL har udpeget Dansk Affaldsforening til at stå for projektledelse og sekretærfunktioner i forhold til Miljøstyrelsen og den tilknyttede følgegruppe. Econet er blevet valgt til at planlægge og gennemføre den praktiske del af undersøgelsen.

Til projektet blev der nedsat en følgegruppe bestående af:

Anne-Mette Lysemose Bendsen, MST
Bente Tange Kallesen, ARC
Jonas Nedenskov, ARC
Hanne Dal, TAS
Jakob Clemen, Plastindustrien
Marianne Munch Jensen, ARI
Josefine Trane Sletten, Genvindingsindustrien
Mathias Vang Vestergaard, KL
Kristoffer Slottved, KL
Claus Petersen, Econet
Casper Mayland, Econet
Nana Winkler, Dansk Affaldsforening
Jacob H. Simonsen, Dansk Affaldsforening

Projektet er udført af cand.scient. anth. Casper Mayland og civ.ing Claus Petersen - med sidstnævnte som projektleder.

Projektet er udført i perioden oktober – december 2014.

Konklusion og sammenfatning

Der er gennemført en vurdering af muligheden for genanvendelse af 'tørre' affaldsmaterialer (blød plast, glas, hård plast, metal, pap og papir), som de forventes at optræde, når de udsorteres fra blandet dagrenovation. Genanvendeligheden er sammenlignet med 'rene', kildesorterede materialers egenskaber og er vurderet på fire parametre.

Analysen bygger på en række eksperters individuelle vurderinger af fire repræsentativt sammensatte affaldsprøver, der viser sammensætningen af de 'tørre' materialer i hhv. kildesorteret affald, kildeopdelt affald, samt let hhv. normalt komprimeret restaffald. Med 'kildesorteret' forstås, at fraktionerne udsorteres hver for sig ved kilden, mens der med 'kildeopdelt' (på engelsk co-mingled) menes, at de tørre fraktioner udsorteres samlet. Dette kan fx ske i en én-kammerspand for alle fraktioner eller i en to-kammerspand, hvor 'papir'/'pap'/'plast' er i den ene halvdel og 'hård plast'/'glas'/'metal' lægges i den anden. Der bliver i rapporten brugt ordet 'restaffald' hvilket forstås som betegnelse for det blandede affald, der indsamles fra husholdninger – det kan ud over de 6 materialer fx være affald som: 'tekstiler', 'bleer' eller 'madaffald'.

Hver affaldsprøve er vurderet ud fra fire parametre:

- Arbejdsmiljø
- Afsætningspris
- Egnethed til genanvendelse
- Miljøbelastning

Det overordnede analyseresultat er, at de tre materialer 'blød plast', 'pap' og 'papir' for alle fire parametre generelt opnår karakteren 'ringe' eller 'meget ringe' potentiale til at blive genanvendt. Årsagen hertil skal især findes i det forhold, at de tre materialer bliver kontamineret af andet affald – specielt madaffaldet. En stor del af 'pap' og 'papir' har opsuget væde og madrester fra det øvrige affald. 'Blød plast' er også tit tilsmudset af madaffald. Den generelle vurdering har været, at hvis de pågældende materialer ikke kildeopdeles/kildesorteres, men udsorteres fra blandet restaffald, så egner materialerne sig bedst til energiudnyttelse via forbrænding.

Mange af de bløde plastemballager er opbygget af laminater, hvilket gør dem sværere at genanvende til fremstilling af nye produkter.

For 'metal' er vurderingen, at det ud fra pris og egnethed til genanvendelse med rimelighed kan udsorteres fra det blandede restaffald. Det vurderes dog, at arbejdsmiljøet og miljøet belastes noget mere end ved genanvendelse af kildesorteret metal.

'Hård plast' falder stort set på alle parametre, når det handler om genanvendelse af udsorteret 'hård plast' fra blandet restaffald. Igen er det kontamineringen fra madaffald, der er den største udfordring. Dommen fra eksperterne er dog noget mildere end for 'blød plast'. Det skyldes især den bedre mulighed for at sortere plasten ud i typer – noget der dog kan vanskeliggøres, hvis overfladen er dækket af andet materiale (folier eller madaffald). Den hårde plast fra husholdningsaffaldet optager lugt fra andet affald, hvilket generelt stiller særlige krav til oparbejdningen.

Der er ingen problemer med at aftage 'glas' udsorteret fra blandet dagrenovation. Kontaminering med madaffald er ikke noget problem i forhold til genanvendelsen. Det må dog antages, at 'glas' udsorteret fra dagrenovation bliver knust og derfor kun i begrænset omfang optræder som de hele glas og flasker, der indgik i prøverne.

Sammenfattende er vurderingen, at 'glas' godt kan sorteres ud til genanvendelse fra blandet restaffald – uden væsentlig påvirkning af arbejdsmiljø, pris, egnethed til genanvendelse og miljøbelastninger. Det samme gælder i et vist omfang 'metal', mens der er større udfordringer for 'hård plast'. For 'blød plast', 'pap' og 'papir' vurderes der ikke at være potentiale for genanvendelse, når materialerne er indsamlet sammen med blandet restaffald.

Den største udfordring synes at være kontaminering fra andre materialer i restaffaldet – specielt fra madaffaldet. I undersøgelsen er der ikke indgået en vurdering af genanvendeligheden af materialer fra restaffald, hvor husholdningerne har en separat indsamlingsordning for madaffald. Det må formodes, at kontamineringen fra andet affald vil være mindre i sådant affald. Det er dog ikke sandsynligt, at kontaminering af de tørre, genanvendelige materialer kan undgås – idet selv velfungerende indsamlingsordninger for madaffald stadig kan have 25-30 % madaffald i restaffaldet.¹ Vurderingen i nærværende analyse dækker alene indsamlingsordningernes påvirkning af materialerne og omfatter ikke selve indsamlingsordningernes påvirkning af pris og miljø mv.

Undersøgelsen er foretaget i november måned, hvor udetemperaturen er væsentligt lavere end om sommeren. Det er kendt, at nedbrydningen af det organiske affald stiger med temperaturen. Derfor må det forventes, at kontamineringen med madaffald vil være væsentligt større om sommeren end på undersøgelsestidspunktet, idet nedbrydning af organisk stof (madaffald) sker hurtigere ved stigende temperatur – og mere fordærvet madaffald fører til øget kontaminering af de tørre fraktioner.

Ved vurderingen af de kildesorterede materialer er der generelt opnået gode vurderinger på alle parametre for 'glas', 'metal', 'pap' og 'papir'. Tilsvarende gælder også delvist for 'hård plast', hvor der dog er nogle forbehold for pris og egnethed til genanvendelse.

Kildesorteret 'blød plast' er for alle parametre vurderet højere end 'blød plast' udsorteret af restaffald. Men den kvalitative vurdering er, at plasten har et ringe potentiale for genanvendelse og afsætningsprisen under alle omstændigheder vil være meget ringe.

Kildeopdelt (co-mingled) affald er én af de prøver, der indgår i undersøgelsen. Generelt er renheden af de kildeopdelte materialer lige så god som de kildesorterede materialer. Forskellen på vurderingen af kildeopdelt og kildesorteret affald er således alene den ekstra sortering, der finder sted af det kildeopdelte affald. Det betyder, at kildeopdelt affald generelt scorer mindre på arbejdsmiljø, afsætningspris og miljøbelastning end kildesorteret affald.

¹ Bio- og restaffald i Gribskov Kommune, 2013, Econet rapport 469

Summary and Conclusion

An assessment has been made of the recyclability of 'dry' wastes (soft plastics, glass, rigid plastics, metals, cardboard, paper) as they are expected to appear when they are separated from mixed domestic waste. The recyclability has been compared with the properties of 'clean' source-separated materials and it has been assessed on four parameters.

The analysis rests on individual assessments made by a number of experts on four waste samples composed in a representative way; the 'dry' material samples are source-separated waste, co-mingled waste, and loosely and normally compacted residual waste, respectively. The term 'source-separated' means that each fraction is separated at source, while 'co-mingled' means that all dry recyclables are segregated in a single stream. This may, for instance, be done in a one-compartment container for all fractions or in a two-compartment container in which 'paper'/'cardboard'/'plastics' are placed in one compartment and rigid 'plastics'/'glass'/'metals' are placed in the other. The term 'Residual waste' used in the report, should be understood as mixed waste collected from households – which besides the 6 assessed materials also consist of other domestic waste, such as: 'textiles', 'diapers' or 'food waste'.

Each waste sample has been assessed on four parameters:

- Occupational health and safety
- Sales price
- Suitability for recycling
- Environmental burden

The overall result of the analyses is that the three materials 'soft plastics', 'cardboard', and 'paper' in general score 'poor' or 'very poor' on all parameters regarding recyclability. The reason is in particular related to the fact that these three materials are contaminated with other wastes - mainly food waste. A major proportion of 'cardboard' and 'paper' has absorbed liquids and food residues from the other waste. 'Soft plastics' are also often soiled with food waste. The general assessment is that if the materials in question are not source-separated/collected co-mingled, but later separated from mixed residual waste they are best suitable for energy recovery by incineration.

Many of the soft plastic packaging items are laminates, which makes it harder to recycle them into new products.

For 'metals' it is assessed that in view of price and suitability for recycling it is possible to separate it from mixed residual waste. However, the parameters of occupational health and the environment are less favourable than in the recycling of source-separated 'metals'.

'Rigid plastics' are unfavourable on just about all parameters when it comes to the recycling of 'rigid plastics' separated from mixed residual waste. Also here, the contamination from food waste is the largest challenge. The expert judgement, however, is slightly milder than for 'soft plastics'. This in particular is due to the fact that it is possible to sort the plastics into types - something that may be hampered, however, if the surface is covered by other materials (film or food waste). The rigid plastics from household waste absorb odours from other waste, which places special requirements for their reprocessing.

There are no problems associated with recycling 'glass' separated from mixed domestic waste. Here, the contamination with food waste is not a problem in the recycling process. However, it must be assumed that glass separated from domestic waste is crushed and therefore only to a limited extent appears as whole jars and bottles as it was the case in the samples.

The overall assessment is that 'glass' can be separated for recycling from mixed residual waste – without significant impacts on occupational health, price, suitability for recycling and environmental burdens. This also applies to a certain extent to 'metals', while 'rigid plastics' face larger challenges. For 'soft plastics', 'cardboard' and 'paper' it is assessed that there is no potential for recycling when the materials are collected with mixed residual waste.

The largest challenge seems to be the contamination from other materials in the residual waste – particularly from food waste. The survey did not assess the recyclability of materials from residual waste where the households have a separate collection service for food waste. It is assumed that the contamination from other waste will be lower in this type of waste. However, it is not likely that the contamination of the dry recyclables can be avoided - even well-working collection schemes for food waste may still have 25-30 % of food waste in the residual waste bin.² The assessments made in this analysis only cover the effects from the collection schemes on the materials and do not deal with the effects from the collection schemes on price, the environment etc.

This survey was conducted in the month of November when the outdoor temperature is significantly lower than in the summer. It is known that the decomposition of organic waste increases with temperature. Therefore, it must be expected that the contamination from food waste will be significantly higher in summer than during the time of this survey; the decomposition of organic matter (food waste) is higher as temperature increases - and more decayed food waste leads to higher contamination of the dry fractions.

In the assessment of the source-separated materials good scores have been seen for all parameters for 'glass', 'metal', 'cardboard', and 'paper'. The same applies to some extent to 'rigid plastics'; however, there are some reservations for price and suitability for recycling.

Source-separated 'soft plastics' score for all parameters higher than 'soft plastics' separated from residual waste. The qualitative assessment is, however, that soft plastics have a poor potential for recycling and the sales price is in any case very low.

Co-mingled waste is one of the samples included in the survey. In general, the purity of co-mingled waste is just as good as that of source-separated materials. Thus, the only difference between the assessments of co-mingled and source-separated waste is the extra sorting subjected to the co-mingled waste. In general the co-mingled waste scores lower in relation to occupational health, sales price and environmental burden compared with source-separated waste.

² Biological and residual waste in the Municipality of Gribskov, 2013, Econet report 469

1. Indledning

1.1 Baggrund

Der forekommer i dag genanvendeligt affald i det forbrændingsegnete affald, hvilket tydeligt ses, når affaldet læsses af i affaldsenergianlæggenes silo. Regeringens ressourcestrategi indeholder et mål om at genanvende flere af materialeressourcerne i affaldet. Med dette projekt vurderes det, om affaldsenergianlæggenes gennem en eventuel forsortering af affaldet kan bidrage hertil. Det er undersøgt, om der kan opnås en god kvalitet i genanvendelsen (udsortere materialer af høj værdi), hvis de genanvendelige materialer blev udtaget af blandet dagrenovation efter modtagelse på affaldsenergianlæg.

1.2 Formål

Undersøgelsen skal som udgangspunkt fastlægge, hvorvidt de potentielt genanvendelige materialer i indsamlet, blandet dagrenovation/restaffald fra husholdninger reelt er egnet til genanvendelse. Den blandede dagrenovation indeholder en stor andel organisk affald, hvorved de 'tørre', materialer kan blive kontamineret i forbindelse med opsamling og indsamling (komprimering). Noget af affaldet består tilmed af sammensatte materialer, hvilket kan vanskeliggøre en efterfølgende behandling. Det er disse formodninger, der skal afprøves i undersøgelsen.

Det er alene materialerne, der vurderes i forhold til afsætningspris og egnethed til genanvendelse, samt om materialerne vil belaste miljøet (stort ressourcetræk) og arbejdsmiljøet mere end, hvis materialerne blev indsamlet som rene, kildesorterede materialer. Hvorledes indsamlingsordningerne tilrettelægges indgår ikke i vurderingen.

1.3 Projektets gennemførelse

Projektet indeholder et litteraturstudie, hvor der har været fokus på at identificere andre lignende undersøgelser, rapporter og artikler, som beskriver problemstillingen med at udsortere genanvendelige materialer ud fra blandet restaffald fra husholdninger. Det har været meget begrænset, hvad der er fundet af sådanne undersøgelser, og det har derfor været nødvendigt at opbygge projektets eget set-up for at vurdere genanvendeligheden af de tørre materialer i indsamlet restaffald fra husholdninger.

Der er valgt en fremgangsmåde, hvor der er dannet en række prøver indeholdende materialer af forskellig grad af kontaminering. I hver prøve svarer sammensætning af materialerne (herunder graden af kontaminering) med den sammensætning, der findes i affald fra fire forskellige indsamlingsordninger (A, E-G). Ud over de fire prøver er der for hvert materiale dannet yderligere tre prøver (B-D) med materialer udsorteret af blandet dagrenovation. De tre prøver repræsenterer forskellige grader af kontaminering. Disse tre prøver er ligeledes blevet vurderet af eksperterne.

De forskellige prøver er sammensat således:

- A. Indsamling af kildesorterede materialer – prøver udtaget fra indsamlingsordninger
- B. Rent restaffald – komprimeret og indsamlet på sædvanlig vis
- C. Let-kontamineret restaffald – komprimeret og indsamlet på sædvanlig vis
- D. Komprimeret kontamineret restaffald – komprimeret og indsamlet på sædvanlig vis

- E. Blandet kontamineret restaffald – komprimeret og indsamlet på sædvanlig vis
- F. Indsamling af kildeopdelt affald. Disse prøver giver mulighed for at vurdere, hvilken betydning det har for genanvendeligheden, at flere materialer indsamles sammen.
- G. Blandet dagrenovation – semikomprimeret. Giver mulighed for at vurdere om komprimeringen har betydning for genanvendeligheden af materialerne

Prøverne er herefter præsenteret for en række eksperter, der hver for sig har et særligt kendskab til afsætning og/eller oparbejdning af ét eller flere af de seks materialer ('blød plast', 'glas', 'hård plast', 'metal', 'pap' og 'papir'). Eksperterne har vurderet hver af prøverne ud fra 4 parametre (arbejds miljø, afsætningspris, egnethed til genanvendelse og miljøbelastning). Der er opstillet vurderingskriterier for hver af de fire parametre. Eksperternes individuelle vurderinger er til sidst samlet til én samlet vurdering, som udgør grundlaget for analysens konklusioner.

Projektet er gennemført inden for en samlet periode på ca. 2 måneder.

1.4 Rapportopbygning

Projektet "Genanvendeligt affald i indsamlet dagrenovation" er rapporteret i et dokument, der består af en hovedrapport samt en bilagsdel.

Hovedrapporten indeholder to overordnede kapitler – hhv. metode og resultater.

Kapitlet med metode beskriver den gennemførte søgning på undersøgelser og projekter, der har et lignende formål som dette projekt. Derudover beskrives det, hvorledes den konkrete undersøgelse er forberedt og gennemført. Det beskrives ligeledes, hvordan vurderingen er gennemført i praksis.

Kapitlet med resultater viser den samlede vurdering af genanvendeligheden af prøverne – herunder fordeling på materiale, renhed og indsamlingsordninger i forhold til de 4 parametre.

Bilagsrapporten er sammensat af 6 dele – ét bilag for hvert materiale, der indgår i undersøgelsen. Bilagene er opbygget efter samme struktur og indeholder 4 afsnit, nemlig:

1. Kriterier
2. Undersøgelsen
3. Vurderinger
 - a. Arbejds miljø
 - b. Afsætningspris
 - c. Egnethed til genanvendelse
 - d. Miljøbelastning
4. Konklusion og diskussion

Væsentlige resultater fra undersøgelsen er præsenteret i hovedrapporten.

2. Metode

2.1.1 Litteraturstudie

Litteraturstudiet er gennemført på basis af relevant litteratur, både dansk og udenlandsk, der beskriver viden og erfaringer om tørre, genanvendelige materialer fra restaffaldet og kvaliteter, herunder materialernes egnethed til genanvendelse.

Der er ikke meget tilgængeligt litteratur, der behandler, hvordan tørre, genanvendelige materialer i restaffaldet egner sig til at blive genanvendt.

Plastic Zero (2012) beskriver fx kort, hvordan kontamineringen fra restaffaldet og dermed kvaliteten af plast kan have en indflydelse på genanvendeligheden.³

I Norge er det forsøgt at kvalitetsvurdere 'hård plast' fra et optisk sorteringsanlæg, hvor det organiske materiale (der formodes at påvirke kvaliteten mest), var pakket i grønne poser og blev sorteret fra. Her fandt man, at mængden af rent plast var 70 – 87 %, mens resten var laminaer, sammensatte plast elementer eller smuds fra restaffaldet.⁴

Genanvendelse af materialer, der har været i kontakt med madaffald, påvirker arbejdsmiljøet, hvor det viste sig at eksponeringen af bakterier var 10 gange større ved lav-kvalitetspapir fra husholdninger i forhold til papir fra erhverv og kontorer.⁵ Endvidere er der en direkte risiko for et mere belastende mikrobiologisk, kemisk, fysisk og ergonomisk arbejdsmiljø ved håndteringen af genanvendelige materialer fra restaffaldet.⁶

Studier viser, at mængden af mikrober (mikrobiologiske bakterier og svampesporer) i luften på og omkring sorteringsanlæg, der behandler restaffald, er langt højere om sommeren end om vinteren.⁷ Dette hænger fint sammen med Econets observationer af, at sortering af restaffald bør undgås i de varmeste måneder af året, da nedbrydningen af affaldet her går væsentlig hurtigere end om vinteren. Dette er underbygget af andre studier, der har fundet at personer, der arbejder med bioaffald, oftere har diare og kvalme, og at disse symptomer er kraftigere om sommeren, når affaldet går i forrådnelse.⁸ Fx nævnes *A. fumigatus* som en af de mest skadelige patogene svampe, som netop forekommer, når biologisk materiale nedbrydes.⁹

Når der arbejdes med affald, der er kontamineret af fødevarer, så skal det sikres, at personalet ikke udsættes for patogener og skadelige organismer i arbejdsmiljøet. Temperaturen har betydning for den hastighed affaldet nedbrydes med – og hermed kontamineringen af de tørre materialer. Derfor skal der tages hensyn til, hvorledes dette påvirker arbejdsmiljøet.

³ Action 3.1: Survey on existing technologies and methods for plastic waste sorting and collection. Plastic Zero 2012

⁴ Kvalitetsvurdering plastfraksjoner fra ROAF-anlegget 14.02.2014

⁵ Exposure to microorganisms during manual sorting of recyclable paper of different quality, Helle Würtz, Niels O. Breum, 1997

⁶ Occupational Health Problems Due to Garbage Sorting; Malmros, P.; Sigsgaard, T.; Bach, B, Waste Management, 1992
Marchand, G.; Lavoie, J.; Lazure, L. Evaluation of the Bioaerosols in a Municipal Solid Waste Recycling and Composting Plant; 1995

⁷ Nielsen, B. H.; Nielsen, E. M. & Breum, N. O. Seasonal variation in bioaerosol exposure during biowaste collection and measurements of leaked percolate. 2000.

Guertin, S., Lavoie, J.; Evaluation of Health and Safety risks in Municipal Solid Waste Recycling Plants; 2011.

⁸ Ivens et al. Relation between season, equipment, and job function and gastrointestinal problems among waste collectors. Occupational and Environmental Medicine, 54, 1997.

⁹ Tolvanen, Outi. Effects of waste treatment technique and quality of waste on bioaerosols in Finnish waste treatment plants. 2004.

Econet har været i kontakt med eksperter inden for oparbejdningen af genanvendelige materialer, og disse har alle udtrykt bekymring for arbejdsmiljøet ved håndteringen af de kontaminede materialer. Enkelte af disse eksperter nævnte, at forholdsregler som udsugning mv. kan begrænse disse belastninger.

Kontaminering og genanvendelighed

Plastic Zero er et af de få projekter, der behandler problemstillingen omkring kontaminering af genanvendelige materialer, hvor der her primært fokuseres på de mere fysiske problemstillinger. Det fremgår blandt andet, at NIR scannere har svært ved at genkende beskidte plasttyper, da lyset ikke kan reflektere tilbage.

I en baggrundsrapport om genanvendelighed af pap og papir nævnes det, at når materialet først har været i kontakt med restaffald, så er det ikke længere egnet til genanvendelse, idet madaffald i restaffaldet kontaminerer pulpeprocessen.¹⁰

Store dele af den plast, der forekommer i restaffaldet består af plastemballage fra fødevarer. Plasten er ofte et laminat, hvor flere plasttyper er smeltet sammen for at sikre plastens særlige egenskaber (gennemsigtig, kontakt med olier, bøjelighed osv.). Det gør plasten svær at udsortere og efterfølgende genanvende. En stor kontaminering fra madaffald på plasten kan ødelægge hele produktionen. Let-kontamineret plast, der har været i kontakt med madaffald, må nødvendigvis downcycles til plast med anvendelse uden for fødevarerindustrien. En baggrundsrapport anbefaler, at plast, der har været i kontakt med blandet restaffald, bliver klassificeret som affald og anvendt til energiudnyttelse.¹¹

Umiddelbart findes der ikke meget litteratur, der behandler problemstillingerne ved at genanvende metal og glas fra restaffaldet. Dette kan hænge sammen med, at begge materialer er relativt stabile og ikke optager lugt ved kontakten med andet affald. Begge materialer bibeholder deres egenskaber ved relativt høje temperaturer, hvilket gør, at de er nemmere at oparbejde og genanvende.

2.2 Indsamling af affald

Som en del af undersøgelsen har Econet sorteret og karakteriseret stikprøver med restaffald, der skulle tilgå forbrænding. Stikprøverne stammer fra indsamling af restaffald fra Solrød, København og Frederiksberg.

Restaffaldet fra Solrød er indsamlet som let komprimeret (semikomprimeret), mens affald fra København og Frederiksberg blev indsamlet som komprimeret affald. Med semikomprimeret affald forstås her affald, der ikke er blevet komprimeret betydeligt i forbindelse med indsamlingen. Det komprimerede affald er fra en normal indsamlingsordning, hvor renovationsvognen trykker affaldet under indsamlingen.

Det komprimerede affald er læsset af direkte på jorden fra komprimatorvogn, hvorefter en gravemaskine har fyldt affaldet op i containere. Affaldet er således blevet rodet igennem og blandet, inden det er sorteret. Det semikomprimerede affald er sorteret direkte efter aflæsning på gulvet.

Det kildesorterede affald, der bliver vurderet i projektet stammer fra København. De 'tørre' materialer i restaffald er blevet sorteret, vejjet og registreret efter type samt efter graden af kontaminering.

¹⁰ Eder & Villanueva, End-of-waste criteria for waste paper: Technical proposals,2011:21

¹¹ Eder & Villanueva, End-of-waste criteria for waste plastic for conversion: Technical proposals,2014

Der er på basis af affaldets sammensætning, for hvert materiale, udtaget fire forskellige prøver. Hver af prøverne repræsenterer de fire forskellige indsamlingsordninger.

Det skal bemærkes, at de dannede affaldsprøver udelukkende repræsenterer udskilte materialer sammensat af det affald, der forekommer i restaffald.

Den kildeopdelte fraktion, er sammensat ud fra materialer i det kildesorterede affald og repræsenterer en ordning, hvor tre materialer bliver indsamlet som én fraktion i samme beholder/rum. Denne fraktion er taget med, fordi blandingen af materialerne kunne påvirke kvaliteten af de enkelte materialer – og det er denne eventuelle kvalitetsforringelse, som det er forsøgt at afdække gennem undersøgelsen. I praksis viser det sig, at eksperterne ud over denne potentielle kvalitetsforringelse også lader en nødvendig ekstra sortering indgå i vurderingen af materialerne.

For hvert materiale er der desuden dannet tre prøver, der hver repræsenterer forskellige kontamineringsgrader af indsamlet komprimeret restaffald.

2.3 Definition og afgrænsning af materialer

For hvert af de seks materialer ('blød plast', 'glas', 'hård plast', 'metal', 'pap' og 'papir') er der dannet syv prøver (A-G), hvilket i alt giver 42 prøver. For hvert materiale er fire af prøverne dannet, så de repræsenterer samme sammensætning som er fundet for hver af de fire indsamlingsordninger (eksempelvis kildesortering).

For hvert materiale er der desuden dannet tre prøver, der alle er udtaget af det blandede restaffald – de tre prøver repræsenterer hver sin kontamineringsgrad af materialet, henholdsvis: 'rent', 'let-kontamineret' og 'beskidt'. Disse prøver er medtaget for at klarlægge, hvordan graden af kontaminering påvirker materialernes genanvendelighed.

Sammensætningen af prøverne fremgår af Tabel 2-1.

Prøve nr.	A	B	C	D	E	F	G
Type	Kilde-sorteret	Komprimeret rent	Komprimeret, let-kontamineret	Komprimeret, kontamineret	Komprimeret, blandet	Kildeopdelt	Semikomprimeret

TABEL 2-1 OVERSIGT OVER PRØVER

Hver prøve vejer mellem 0,5 kg og 2 kg alt efter materiale. Prøverne er opsamlet i transparente plastkasser, hvilket kan ses i bilag.

Kildesorterede materialer

Prøve A (det kildesorterede affald) er som regel rent, da affaldet ikke er kontamineret af restaffaldet. Prøven repræsenterer som udgangspunkt den bedste kvalitet for det pågældende materiale – prøven repræsenterer således også en 'best case', der bruges til at vurdere de andre prøver op imod.

Rene/let-kontaminerede/kontaminerede materialer

Det indsamlede (komprimerede) restaffald (fra København og Frederiksberg) er sorteret ud i de seks materialer ('blød plast', 'glas', 'hård plast', 'metal', 'pap' og 'papir'). For hvert materiale er

affaldet opdelt i 'rent', 'let-kontamineret' eller 'kontamineret'. Der er udtaget stikprøver for hver af de tre kontamineringsgrader (prøverne B, C og D).

Prøve B (den rene del af materialerne i indsamlet dagrenovation) er ikke kontamineret af det organiske affald. Denne prøve kan i nogle tilfælde til forveksling ligne den kildesorterede prøve.

Prøve C (de let-kontaminede materialer i indsamlet dagrenovation) kan f.eks. være våd emballage, der alene er kontamineret af eget indhold, som fx en ketchupflaske med ketchup i bunden, eller en tom leverpostejsbakke med en lille rest af leverpostej. Er der tale om emballage, der ikke har indeholdt våde fødevarer, hvor mellem 3 % og 20 % af overfladen er synlig kontamineret fra restaffaldet, så er denne også klassificeret som let-kontamineret.

Prøve D (de kontaminede materialer i indsamlet dagrenovation) består af materialer der er kontamineret fra det øvrige restaffald. Flere overflader vil være kontaminede i en sådan grad, at mere end 20 % af den samlede overflade er synligt kontamineret.

Materialer fra blandet komprimeret affald

Prøve E (Blandet materiale fra indsamlet, komprimeret dagrenovation) er en sammensat prøve med den korrekte fordeling af 'rent', 'let-kontamineret' og 'kontamineret' affald. Tabel 2-2 viser fordelingen af indsamlet, komprimeret dagrenovation. Prøven med 'metal' består således af 2 % 'rent', 24 % 'let-kontamineret' og 74 % 'kontamineret (metal)affald'.

Materialer	Rent	Let-kontamineret	Kontamineret
Blød plast	3	15	82
Glas	0	36	64
Hård plast	5	32	63
Metal	2	24	74
Pap	13	20	67
Papir	30	30	40

TABEL 2-2 FORDELINGEN AF RENHED I KOMPRIMERET RESTAFFALD, I %.

Semikomprimeret blandet

Prøve G (udtaget fra semikomprimeret dagrenovation) er sammensat på samme måde som Prøve E. Sammensætningen mellem 'rent', 'let-kontamineret' og kontamineret materialer i indsamlet semikomprimeret dagrenovation ses i Tabel 2-3.

Materialer	Rent	Let- kontamineret	Kontamineret
Blød plast	7	19	74
Glas	5	49	45
Hård plast	10	42	48
Metal	12	48	40
Pap	10	56	35
Papir	33	47	20

TABEL 2-3 FORDELINGEN AF RENHED I SEMIKOMPRIMERETAFFALD, I %.

Det ses, at andelen af 'rent' affald generelt er større i 'let-komprimeret' dagrenovation (Tabel 2-3) end i almindelig komprimeret dagrenovation (Tabel 2-2).

Kildeopdelt

Prøve F afspejler en indsamlingsordning, hvor forbrugeren afleverer flere materialer, blandet i samme beholder. Der er fremstillet to sammensætninger af kildeopdelte fraktioner – én der består af 'blød plast', 'papir' og 'pap', og en anden der består af 'hård plast', 'metal' og 'glas'. Det er den samme prøve, der er blevet brugt til vurderingen af metal, hård plast og glas; og den samme prøve der er brugt til vurderingen af blød plast, pap og papir.

2.3.1 Materialer

Restaffald bruges som betegnelse for det blandede affald, der indsamles fra husholdninger – det kan ud over de 6 materialer fx være affald som: 'tekstiler', 'bleer' eller 'madaffald'.

Prøver med papir vil i denne undersøgelse udover de sædvanlige papirkvaliteter som avispapir, reklamer, kuverter, skrivepapir, bøger også kunne indeholde aftørringspapir samt gavepapir. Det er ikke alle disse kvaliteter, der normalt betragtes som genanvendelige, men i denne undersøgelse er det valgt at sammensætte prøverne ud fra, hvad et sorteringsanlæg forventes at sortere ud som 'papir'. Dette princip gælder også for de øvrige materialer.

Prøver med pap indeholder fx 'bølgepap', rør til toiletpapir, 'Tetra pak' (mælkekartoner o.l.) og 'karton'. Disse materialer forventes alle at blive udsorteret som pap på et sorteringsanlæg.

Prøver med metal er dannet af øldåser, emballager, søm og skruer og andet af metal. Prøver med metal indeholder derudover 'metal folier', også kendt som alu-folier eller sølvpapir.

Prøver med blød plast består af plastposer, plastfolier og bløde emballager til fødevarer – herunder laminater.

Prøver med hård plast består af hårde plastemballager og andet hård plast.

Prøver med glas indeholder flasker, konservesglas, glasskår og andet af glas.

Forekomsten af f.eks. gavepapir, mælkekartoner, alufolier har haft indflydelse på eksperternes vurdering af materialeprøverne. Dette skyldes, at disse produkter er svære at genvinde, men ved en udsortering vil disse stadig sorteres med som henholdsvis 'papir', 'pap' og 'metal'. Produkterne kan være problematiske, da de 'forurener' materialerne.

2.4 Vurderingsparametre

Der indgår fire parametre i vurderingen af materialernes genanvendelighed. De fire parametre er:

1. Arbejdsmiljø
2. Afsætningspris
3. Egnethed til genanvendelse
4. Miljøbelastning (ressourcetræk)

Arbejdsmiljø

Arbejdsmiljø er medtaget som en parameter, fordi der ofte indgår én eller anden form for manuel håndtering af affaldet – enten på det centrale sorteringsanlæg eller i den efterfølgende oparbejdning af materialerne. Når medarbejdere kan komme i kontakt med affaldet, så er det rimeligt at vurdere om denne kontakt vil udgøre en belastning for arbejdsmiljøet.

I forhold til arbejdet med affald, så er det først og fremmest risikoen for at blive eksponeret for patogener, endotoxiner og lugt, der vil være i fokus. Affald kontamineret af madaffald, fugt og bleer giver mulighed for, at medarbejderne bliver eksponeret for disse belastninger. Hvis arbejdsmiljøet skal beskyttes, så vil det ofte kræve ekstra investeringer i afværgeforanstaltninger, ændrede

arbejdsgange, brug af personlige værnemidler mv. Dette ses i denne sammenhæng som en øget belastning af arbejdsmiljøet.

Tilsvarende er det en øget belastning af arbejdsmiljøet ved udvidet brug af manuel sortering. Dels fordi der sker en øget risiko for eksponering, og dels fordi arbejdsfunktionerne vil være kendetegnet ved ensidigt, repeterende arbejde.

Ved vurderingen af arbejdsmiljøet tages der – for hvert materiale– udgangspunkt i den prøve, der formodes at resultere i den mindste samlede belastning for arbejdsmiljøet ¹². Denne prøve gives en karakter på 100 % for parameteren 'arbejdsmiljø'. Alle andre prøver gives herefter en karakter på xx %, der angiver, hvor meget mere belastende, det vurderes at håndtere affald, der i sammensætning svarer til prøven. Dette er et forsøg på at give arbejdsmiljøet en kvantitativ karakter/vurdering.

For alle prøver bliver der ligeledes givet en kvalitativ vurdering af, hvorfor det vurderes at belastningen i arbejdsmiljøet vil være større end for den prøve, der fik karakteren 100 %.

På baggrund af de kvantitative og kvalitative vurderinger gives arbejdsmiljøet herefter en samlet vurdering. Denne samlede vurdering er sammensat af flere personers vurdering af såvel kvantitativ som kvalitativ karakter. De samlede vurderinger af arbejdsmiljøbelastningen inddeles således:

- Godt. Denne vurdering svarer til at arbejdsmiljøet ved en sortering og efterfølgende oparbejdning vil være på linje med den belastning, der findes ved håndtering af prøven der er mindst belastende for arbejdsmiljøet.
- Ok. Denne vurdering er f.eks. anvendt, hvor der vil være behov for en ekstra sortering (f.eks. af kildeopdelte fraktion i forhold til kildesorteret affald) uden stor forventet mikrobiologisk eksponering.
- Ringe. Denne vurdering anvendes, når arbejdsmiljøet vurderes at blive væsentligt forringet – primært fordi det er materialer kontamineret med rester af madaffald, der skal håndteres.
- Meget ringe. Vurderingen bruges når arbejde med materialet frarådes.

Afsætningspris

Afsætningspris er valgt som parameter, fordi prisen er en god indikator for om der er et marked for afsætning af de pågældende materialer i de respektive kvaliteter. Prisen afspejler, hvilken værdi materialerne har for den virksomhed, der skal forestå den videre behandling. Hvis der således skal ske en yderligere sortering eller der vil være et stort reject for den pågældende prøve– hvilket f.eks. gælder for nogle af de kildeopdelte fraktioner. Her giver de kildeopdelte 'glas', 'hård plast' og 'metal' fraktioner en dårligere pris i forhold til de kildesorterede materialer, da knust glas f.eks. forurener 'metal' og 'plast'. Den ekstra omkostning til sortering må nødvendigvis modregnes i den pris modtageanlægget betaler for den kildeopdelte fraktion i forhold til det kildesorterede materialer.

Prisen kan i visse tilfælde gradueres – alt efter hvor kontamineret prøven er. Indeholder materialet f.eks. fejlsorteret affald, så falder prisen med andelen af fejlsorteret affald (f.eks. sammensat plast emballage af forskellige typer plast). Tilsvarende gælder, at prisen kan afhænge af fugtindholdet i materialerne. For 'papir' og 'pap' findes en fast procedure, hvor fugtindholdet i det leverede papir/pap måles.

I visse tilfælde kan materialerne have en sådan kvalitet, så den eneste realistiske behandlingsform er energiudnyttelse. Her har materialerne ingen handelsværdi – og der er reelt tale om en negativ pris.

¹² Der vurderes ikke i hvilket omfang medarbejderen eksponeres ved håndteringen af denne 'bedste' prøve.

Noget tilsvarende gælder, hvis leverandøren ønsker at afsætte et materiale til genanvendelse, og dette kræver omfattende omkostninger til f.eks. vask, sortering mv. I sådanne tilfælde kan prisen, leverandøren skal betale for at afsætte materialet blive langt større end prisen for at afsætte tilsvarende kvalitet til energiudnyttelse.

Ved vurdering af afsætningsprisen gives den af de af de 7 materialeprøver, der kan opnå den bedste pris, en karakter på 100 %. I vurderingen blev det vurderet, at de bedste kvaliteter for alle prøver kunne oppebære en positiv pris. De andre materialeprøver vurderes ud fra prøven med den bedste kvalitet (100 %). Hvis det vurderes, at leverandøren skal betale for at afsætte materialer af samme kvalitet som nogle af prøverne, så gives en karakter, som kan være negativ.

Den kvantitative vurdering af afsætningsprisen bliver fulgt op af en kvalitativ vurdering af alle prøver – samt en begrundelse for den afgivne kvantitative karakter. Begrundelsen kan f.eks. være, at prøven er forurennet med madaffald, at prøven indeholder mange fugtige fibre, at kvaliteten af materialerne ikke er optimal. Det sidste kan f.eks. skyldes, at metalprøven indeholder en del alufolie, at 'papir' indeholder aftørningspapir eller at 'blød plast' indeholder en del laminatplast.

På baggrund af den samlede kvantitative og kvalitative vurdering gives afsætningsprisen herefter en samlet vurdering – det er projektet, der står for denne samlede vurdering baseret på hver af de adspurgtes individuelle vurderinger. Den samlede vurdering af afsætningsprisen inddeles således:

- God. Denne vurdering svarer til, at prisen stort set er lig den bedst opnåelige.
- Ok. En ok pris svarer til en pris, som går fra 0 kr. til noget under den bedst opnåelige.
- Ringe. Denne vurdering er udtryk for, at der ikke opnås en positiv værdi for materialet af den pågældende kvalitet. Karakteren gives typisk, når materialet udelukkende kan afsættes til samme pris, som det koster at afsætte det til forbrænding.
- Meget ringe. Her overstiger den negative afsætningspris, prisen for at levere det tilsvarende materiale til energiudnyttelse.

Egnethed til genanvendelse

Om materialet er egnet til genanvendelse benyttes som parameter, til at beskrive, om det pågældende materiale reelt kan udnyttes med eksisterende teknologi til at fremstille nye materialer/produkter.

Materialerne afsættes typisk til endelig oparbejdning i udlandet, mens der primært foregår en forsortering og opbalning i Danmark. De eksperter, der har udført bedømmelsen, har ikke nødvendigvis erfaring i at afsætte kontaminerede materialer. Generelt har de dog vurderet, at det vil være muligt at finde en afsætning for de materialeprøver, som de har bedømt som *God*, *Ok* eller *Ringe* (jf. nedenfor), hvis blot der kan samles en stor nok mængde. Materialer, der er vurderet *Meget ringe*, er der begrænset mulighed for at afsætte.

Den bedste egnethed til genanvendelse opnås, hvis der kan fremstilles nye produkter med samme materialeegenskaber som det materiale, der er udsortet til genanvendelse, og hvor rejectet ikke overstiger den normale mængde for det pågældende materiale.

I nogle tilfælde vurderes det, at kvaliteten af de udsortede materialer er af så dårlig kvalitet, at der ikke kan fremstilles tilsvarende varer heraf. Et alternativ kan være at anvende de udsortede materialer til produkter, der har en markant lavere genanvendelsesværdi end det oprindelige materiale (nedgradering). Som eksempel på det sidstnævnte blev det fremført, at blandet plast (især folier) i nogle tilfælde kun kan bruges til at fremstille trafikkegler, bænke eller brædder. Plaster i restaffaldet er således ikke specielt egnet til genanvendelse.

I særlige tilfælde er det vurderet, at selv om der blev gjort, hvad der er muligt for at udnytte ressourcerne til nye produkter, så er udgangsmaterialet så ringe, at det vurderes, at det ikke kan

anvendes til nye ressourcer – og at den eneste anvendelsesmulighed vil være som RDF (brændsel). Dette gælder specielt for noget af det forurenede, bløde plast. Her vurderes det, at der reelt ikke er noget marked for oparbejdning af materialet.

Ved vurderingen af materialernes egnethed til genanvendelse tages der – for hvert materiale – udgangspunkt i den prøve, der er bedst 'egnet', her forstået som den prøve, der vil være størst efterspørgsel efter i genvindingsindustrien. Prøven gives karakteren 100 % for parameteren egnet til genanvendelse. Alle andre prøver gives en karakter på xx % - afhængig af, hvor 'genanvendelig' den pågældende prøve vurderes at være. Hvis en prøve vurderes ikke at være genanvendelig gives den karakteren 0 %.

Ud over den kvantitative vurdering gives prøven også en beskrivelse (kvalitativ) af den vurderede egnethed til genanvendelse, herunder hvorfor prøven ikke anses at være ligeså egnet til genanvendelse som prøven der blev vurderet bedst.

Når alle vurderinger er afgivet, så giver forsøget en samlet (kvantitativ og kvalitativ) vurdering af prøvernes egnethed til genanvendelse. Den samlede vurdering af inddeles således:

- God. Materialets egnethed til genanvendelse vurderes som god, hvis vurderingen ligger højt for alle individuelle vurderinger.
- Ok. Vurderingen dækker, at materialet har pæn mulighed for at blive genanvendt, selv om der i prøven indgår dele, som ikke egner sig til at indgå i nye tilsvarende produkter. Her vil rejectet være en anelse højere end ved vurderingen 'God'.
- Ringe. Når der sker en klar nedgradering af materialet ved genanvendelse, så vurderes den til at være ringe samtidig med at der vil være et stort reject i oparbejdningen af materialet.
- Meget ringe. Når det udsorterede materiale generelt vurderes at have meget få anvendelsesmuligheder med kendt teknologi og en væsentlig del af prøven må antages at blive deklasseret til RDF, så bliver den samlede vurdering 'meget ringe'.

Miljøbelastning (Ressourcetræk)

Gennem genanvendelse spares generelt ressourcer til produktion af tilsvarende varer baseret på jomfruelige råvarer. I dette projekt indgår ingen LCA-vurdering, og der ses derfor heller ikke på de sparede belastninger ved genanvendelse kontra brug af virgine råvarer.

I dette projekt er det derimod interessant at vurdere, hvorvidt miljøbelastningen ved genanvendelsen afhænger af kvaliteten på de respektive prøver. Noget af det, der kan give større miljøbelastning er graden af kontaminering, vandindhold eller krav til sortering. Kontaminering med f.eks. madaffald kan kræve øget vask af materialer og udledning af organisk stof. Øget vådvægt kræver anvendelse af en større mængde inputmateriale til at skabe den samme mængde outputmateriale med heraf stigende forbrug af energi og råstoffer til transport og behandling. Ekstra sortering kræver mere energi til at opnå materialer i de ønskede kvaliteter.

Ved vurderingen af miljøet tages der – for hvert materiale– udgangspunkt i den prøve, der formodes at resultere i den mindste samlede belastning for det eksterne miljø. For denne prøve gives en karakter på 100 % for parameteret 'miljø'. Alle andre prøver gives herefter en karakter på xx %, der angiver, hvor meget mere belastende, det vurderes at håndtere affald, der i sammensætning svarer til prøven. Dette er et forsøg på at give miljøbelastningen en kvantitativ karakter/vurdering.

For alle prøver bliver der ligeledes givet en kvalitativ vurdering af, hvorfor ressourcetrækket vil være større end for den prøve, der fik karakteren 100 %.

På baggrund af den samlede kvantitative og kvalitative vurdering gives miljøbelastningen herefter en samlet vurdering. Denne samlede vurdering er sammensat af flere personers vurdering af såvel kvantitativ som kvalitativ karakter. De samlede vurderinger af miljøbelastningen inddeles således:

- God. Denne vurdering svarer til, at miljøbelastningen ved en sortering og efterfølgende oparbejdning vil være på linje med den belastning, der findes ved håndtering af prøven med den mindst miljøbelastning.
- Ok. Denne vurdering er f.eks. anvendt, hvor der vil være behov for en ekstra sortering (f.eks. af en kildeopdelt fraktion i forhold til kildesorteret affald), hvor denne ekstra håndtering alt andet lige vil resultere i ekstra energiforbrug.
- Ringe. Denne vurdering anvendes, når miljøbelastningen vurderes at blive mærkbart større – primært fordi håndteringen omfatter materialer kontamineret med rester af madaffald.
- Meget ringe. Denne vurdering bruges, når der er tale om en væsentlig øget miljøbelastning.

Det skal bemærkes, at miljøbelastningen er den af de fire parametre, som ekspertpanelet vurderede var mindst påvirkelig af kvaliteten af prøverne.

	God	OK	Ringe	Meget ringe
Arbejdsmiljø	Mindst belastende for arbejdsmiljøet	Kræver ekstra (manuel) sortering – uden biologisk eksponering	Væsentligt forringet. Mikrobiel aktivitet fra kontaminering fra restaffald	Formodet stærk mikrobiel aktivitet stammende fra primært madaffald
Afsætningspris	Den stort set bedst opnåelige pris	En pris der går fra 0 kr. til den stort set bedst opnåelige	Der opnås ingen positiv pris. Afregningspris svarer stort set til pris på forbrænding	Pris ligger under hvad det koster at levere tilsvarende materiale til forbrænding
Egnethed til genanvendelse	Kan genanvendes med minimalt reject	Pæn mulighed for at genanvende med noget reject	Genanvendelsesmulighederne er minimale og forbeholdt nedgraderede materialer	Egner sig ikke til genanvendelse
Miljøbelastning / Ressourcetræk	Mindst belastende for miljøet	Behov for ekstra tilført energi f.eks. til sortering	Belastning mærkbart større, ekstra håndtering nødvendig pga. kontaminering med madaffald	Der vurderes at være tale om væsentlig øget miljøbelastning

TABEL 2-4 OVERSIGT OVER PARAMETRE OG VURDERINGER

2.5 Laboratorium

For at kunne vurdere kvaliteten af de tørre materialer i affaldet, har Econet opstillet et laboratorium. Laboratoriet er opbygget i Econets hal på Amager. Laboratoriet består af et bord, hvorpå de udsorterede prøver opstilles. Hver prøve er opsamlet i hver sin transparente plastkasse (se billeder i bilag), således at alle syv prøver (syv prøver for hver seks materialer, som er hhv. blød

plast, glas, hård plast, metal, pap og papir) kan præsenteres på bordet samtidig. Definition af materialer og udvælgelse af prøver fremgår af afsnit 2.3.

Der er udpeget en række eksperter til at vurdere kvaliteten af materialerne og prøverne. Eksperterne er ankommet enkeltvis til laboratoriet, hvor de forinden gennem telefonisk og skriftlig kontakt er blevet informeret om øvelsens overordnede formål. I laboratoriet har de fået en mundtlig orientering om formålet med- og fremgangsmåden for vurderingen. De er samtidig blevet oplyst om, hvorledes de for hver prøve så vidt muligt skal give en karakter for hver af de fire parametre (arbejdsmiljø, afsætningspris, egnethed til genanvendelse og miljøbelastning). Kriterierne for at tildele en karakter er ligeledes oplyst. Endelig opfordres eksperterne til at give en mere beskrivende karakteristik af kvaliteten af prøverne – det sidste skulle vise at være en unødvendig opfordring, idet alle på dette punkt var meget formidlende. Vurderingsparametrene er beskrevet nærmere i afsnit 2.4.

Der er udleveret handsker til eksperterne, og hvis det ønskes en arbejdsdragt. Låget er taget af kasserne. Eksperterne kunne herefter se, mærke, lugte og rode i kasserne med prøver. De har umiddelbart ikke fået at vide hvilke prøver, de respektive kasser har indeholdt.

I alt har 11 eksperter deltaget i forsøget, hvoraf flere har vurderet forskellige materialer.

3. Resultater

I dette kapitel præsenteres projektets resultater. Resultaterne bygger på de vurderinger, som eksperterne har givet af de 42 prøver med materialer i forskellige kvaliteter. I bilag fremgår mere detaljerede vurderinger af de 42 prøver.

Resultaterne vises for hver af de fire parametre: *arbejdsmiljø*, *afsætningspris*, *egnethed til genanvendelse* samt *miljøbelastning*.

Resultaterne præsenteres dels i tabelform og dels i figurer – såkaldte radar-diagrammer.

For at sikre størst mulig overskuelighed ved præsentation af resultater, så er det valgt at præsentere resultaterne i to tempi.

Først gennemgås resultaterne for de fire indsamlingsformer:

1. Kildesorterede materialer, svarende til Prøve A
2. Komprimeret dagrenovation, svarende til Prøve E
3. Kildeopdelt fraktion, svarende til Prøve G
4. Let-komprimeret dagrenovation, svarende til Prøve F

Det er således genanvendeligheden af materialerne, der vurderes i forhold til, hvorledes materialerne (affaldet) er indsamlet. Dette sker i afsnit 3.1.

Herefter gennemgås resultaterne for forskellige grader af renhed af materialer indsamlet med dagrenovation. Følgende grader af renhed af materialer i dagrenovation gennemgås:

1. Rene materialer der ikke er kontamineret af organisk affald. Dette svarer til Prøve B
2. Let-kontaminerede materialer der er våde eller hvor overfladen er synlig kontamineret på 3-20 % af overfladen. Dette svarer til Prøve C
3. Kontaminerede materialer, der er meget våde, eller hvor overfladen er synlig kontamineret på mere end 20 % af overfladen. Dette svarer til Prøve D

Det er således genanvendeligheden af materialerne, der vurderes i forhold til, hvor kontaminerede materialerne bliver i forbindelse med indsamling af dagrenovation. Dette sker i afsnit 3.1.

3.1 Oversigt over parametre

I dette afsnit vises de fire vurderingsparametre i forhold til hvorledes materialerne er indsamlet. Sammenlagt repræsenterer vurderingen af de fire parametre genanvendeligheden af de respektive prøver.

I tabelform vises først, hvilken samlet karakter de seks materialer ('blød plast', 'glas', 'hård plast', 'metal', 'pap' og 'papir') har opnået for hver af fire prøver nævnt ovenfor. Karakteren er enten *God*, *Ok*, *Ringe* eller *Meget ringe* – se også afsnit 2.4.

Herefter vises to radar-diagrammer i et illustreret afsnit. Det første diagram har fire hjørner – ét hjørne for hver af de fire prøver (A, E, G og F). I diagrammet udspænder hvert af de seks materialer et spind, der viser, hvilken vurdering materialet har fået for hver af de fire indsamlingsformer. Jo

længere ud i hjørnerne, at grafen for materialerne kommer for den pågældende indsamlingsform – jo bedre vurdering er opnået. Når markeringen af et materiale ligger længst ude i radardiagrammet, så svarer det til, at materialet har fået vurderingen *God* for den pågældende indsamlingsform. Er markeringen tæt på radardiagrammets centrum, så har materialet karakteren *Meget ringe* for denne indsamlingsform.

Det andet radardiagram er vendt om, så diagrammets seks hjørner nu repræsenterer hvert sit materiale. De fire grafer i radardiagrammet markerer hvilken karakter hver af de fire indsamlingsordninger har for hvert af seks respektive materialer.

3.1.1 Arbejdsmiljø

Den første parameter, der vurderes på tværs af materialer og indsamlingsmåder er *arbejdsmiljø*.

tabel 3-1 viser, at alle kildesorterede materialer har fået den samlede karakter *God*. Det betyder, at den efterfølgende håndtering af de kildesorterede materialer ikke vil resultere i nogen yderligere belastning af arbejdsmiljøet.

Materialer	Kildesorteret	Blandet, komprimeret	Kildeopdelt	Blandet, Semikomprimeret
Blød plast	God	Meget ringe	God	Meget ringe
Glas	God	God	Ok	God
Hård plast	God	Meget ringe	Ok	Ok
Metal	God	Meget ringe	Ok	Ok
Pap	God	Meget ringe	God	Meget ringe
Papir	God	Meget ringe	God	Meget ringe

TABEL 3-1 VURDERINGER AF ARBEJDSMILJØ

De kildeopdelte materialer vurderes for 'blød plast', 'pap' og 'papir' ligeledes at være *God* for parameteren *arbejdsmiljø*. De tre øvrige kildeopdelte materialer vurderes *Ok* for *arbejdsmiljø* – den ekstra sortering, der kræves for disse materialer trækker ned i vurderingen af disse materialer.

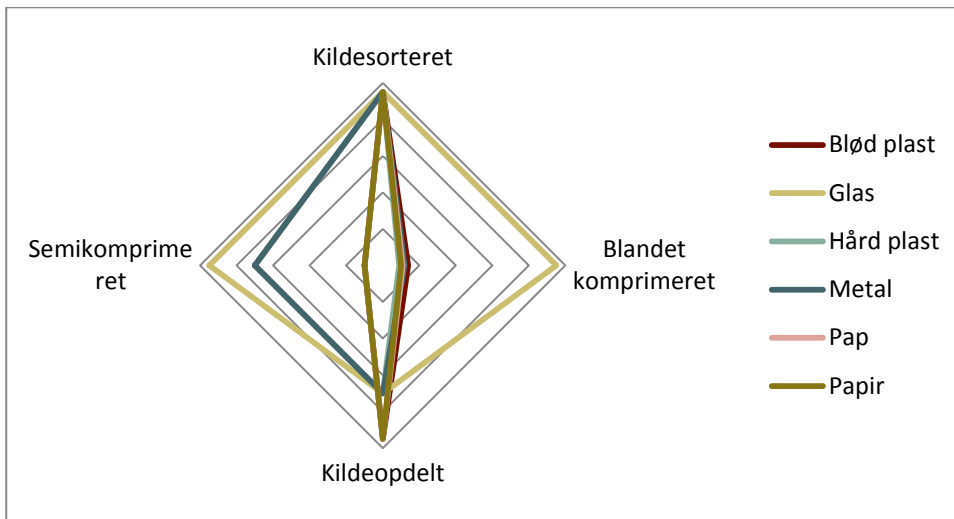
Blandet komprimeret affald (svarende til sædvanlig indsamlet dagrenovation) vurderes *Meget ringe* for alle materialer – bortset fra 'glas', der her får vurderingen *God*, hvilket skyldes, at *arbejdsmiljøet* i den efterfølgende behandling af glasset ikke vurderes, at blive belastet yderligere, når 'glas' først er sorteret mekanisk ud af blandet komprimeret affald.

I blandet semikomprimeret affald (svarende til dagrenovation indsamlet uden komprimering) vurderes *arbejdsmiljø* for de hårde materialer 'glas', 'hård plast' og 'metal' i den efterfølgende samlet set være *Godt* eller *Ok*. De øvrige materialer får til gengæld alle vurderingen *Meget ringe*.

Når materialerne generelt vurderes lavere på parameteren *arbejdsmiljø*, så sker det først og fremmest, fordi materialerne er kontamineret med restaffaldet, hvilket medfører en øget belastning af arbejdsmiljøet.

3.1.2 Arbejdsmiljø – illustreret

Fejl! Henvisningskilde ikke fundet. Figur 3-1 viser et spind, der illustrerer hvilken vurdering *arbejdsmiljøet* har opnået for hvert materiale i forhold til de fire indsamlingsformer. Jo længere ud i hjørnerne, at grafen for materialerne når for den pågældende indsamlingsform – jo bedre vurdering er opnået. Når markeringen af et materiale ligger længst ude i radardiagrammet, så svarer det til, at materialet har fået vurderingen *God* for den pågældende indsamlingsform.

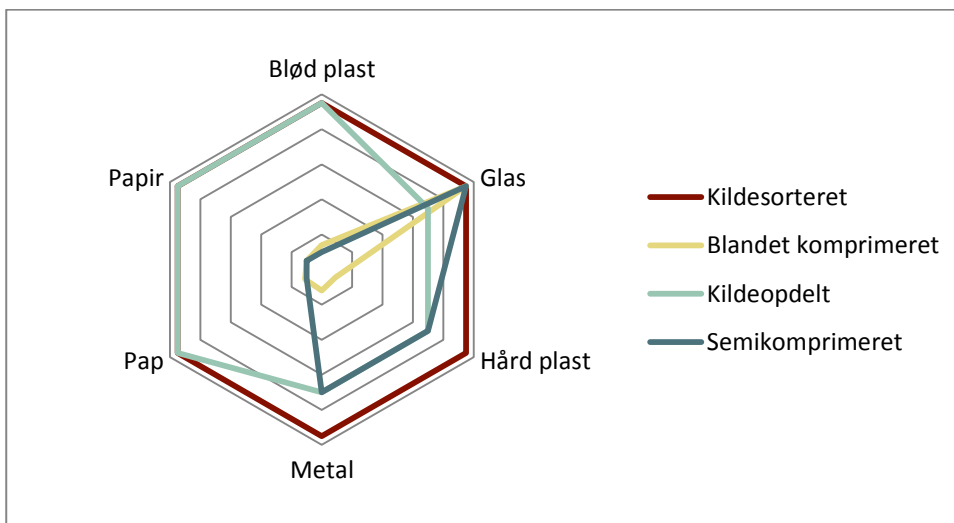


FIGUR 3-1 VURDERING AF ARBEJDSMILJØ VED GENANVENDELSE I FORHOLD TIL MATERIALER

I Figur 3-1 ligger alle kildesorterede materialer helt ude i det øverste hjørne af radardiagrammet. Det betyder, at alle kildesorterede materialer har en vurdering af arbejdsmiljøet som er God. For Blandet, komprimeret affald er det alene 'glas', der ligger længst ude i radardiagrammet til højre – og dermed er vurderet som God, mens grafen for alle andre materialer ligger helt inde ved midten af diagrammet og dermed har fået den dårligste vurdering Meget ringe.

Materialerne 'blød plast', 'pap' og 'papir' er på parameteren arbejdsmiljø vurderet på samme måde og dækker dermed samme område af diagrammet.

De seks hjørner i radar-diagrammet i Figur 3-2 repræsenterer hvert sit materiale. De fire grafer i radardiagrammet markerer den opnåede vurdering af arbejdsmiljøet for hver af de fire indsamlingsordninger set i forhold til de seks respektive materialer.



FIGUR 3-2 VURDERING AF ARBEJDSMILJØBELASTNING I FORHOLD TIL INDSAMLINGSORDNING

Figur 3-2 viser, hvorledes den blandede komprimerede indsamling (svarende til sædvanlig indsamling af dagrenovation) giver den dårligste vurdering af *arbejdsmiljøet* (graferne er tæt samlet omkring diagrammets midte). Også det semikomprimerede affald har fået en dårlig vurdering af

parameteren *arbejdsmiljø*. For kildeopdelt affald vurderes *arbejdsmiljøet* mere belastende for de hårde materialer 'glas', 'hård plast' og 'metal' end for kildesorterede materialer.

3.1.3 Afsætningspris

I dette afsnit præsenteres resultatet af vurderingen på afsætningsprisen. Igen vises resultatet både i tabelform og som diagrammer.

Materialer	Kildesorteret	Blandet, komprimeret	Kildeopdelt	Blandet, Semikomprimeret
Blød plast	God	Ringe	God	Ringe
Glas	God	God	God	God
Hård plast	Ok	Meget ringe	Ringe	Ringe
Metal	God	Ok	Ok	Ok
Pap	God	Meget ringe	Ok	Meget ringe
Papir	God	Meget ringe	God	Ringe

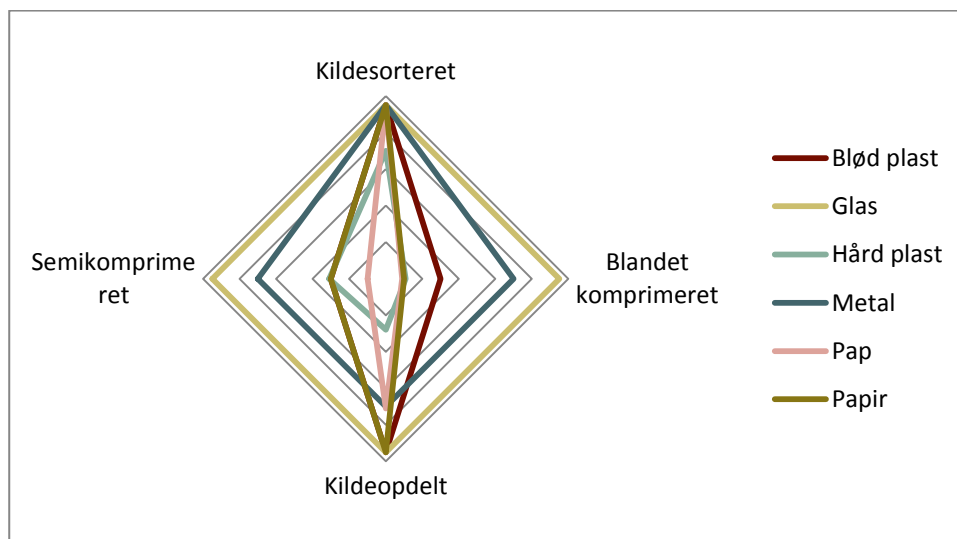
TABEL 3-2 VURDERING AF AFSÆTNINGSPRIS

Tabel 3-2 viser, hvorledes stort set alle kildesorterede materialer vurderes at kunne opnå en *God* pris. Glas vurderes at kunne indbringe en *God* pris for alle indsamlingsformer, hvilket hænger sammen med at glas fra husholdninger er relativt problemfrit at behandle for glasgenvindingsindustrien.

De to blandede indsamlingsformer (dagrenovation) vurderes generelt at opnå de dårligste afsætningspriser, hvilket primært skyldes kontaminering med organisk affald. For 'blød plast' og 'hård plast' gælder det endvidere, at plasten består af blandede plasttyper, der vanskeligt lader sig skille, hvilket påvirker afsætningsprisen negativt.

3.1.4 Afsætningspris – illustreret

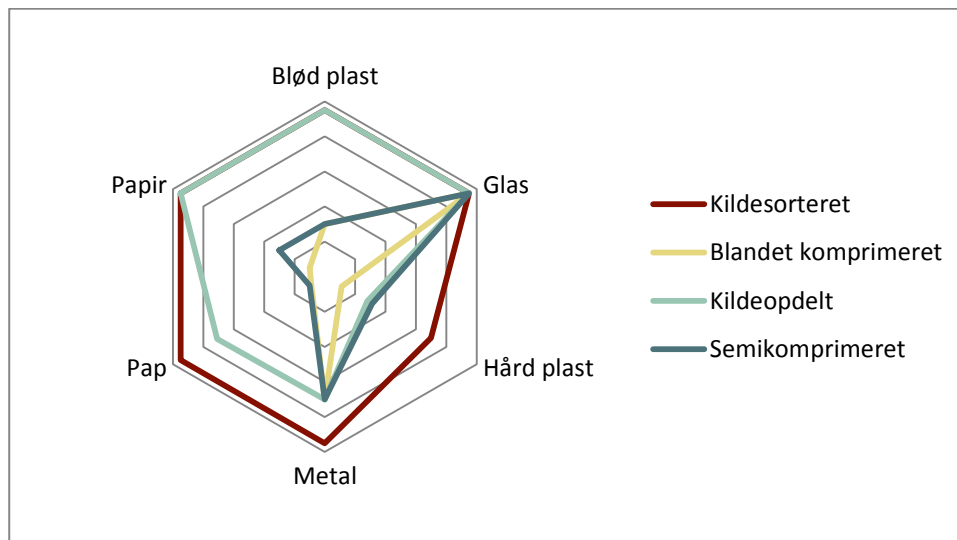
I de efterfølgende radardiagrammer, Figur 3-3 og Figur 3-4 – illustreres det grafisk, hvorledes afsætningsprisen afhænger af materialerne og af indsamlingsmetoden.



FIGUR 3-3 VURDERING AF AFSÆTNINGSPRIS I FORHOLD TIL INDSAMLINGSORDNING

Figur 3-3 viser, hvorledes 'glas' og 'metal' vurderes at holde en relativ høj pris uafhængigt af indsamlingsmetode. 'Blød plast', 'pap' og 'papir' vurderes også at holde en god *afsætningspris* ved kildesorteret og kildeopdelt affald og går ned i pris når materialerne er indsamlet sammen med restaffald.

Diagrammet i Figur 3-3 er generelt 'trykket sammen' om den vertikale akse, hvilket indikerer, at *afsætningsprisen* på materialer udsorteret af blandet dagrenovation generelt vurderes lavere end for kildesorterede / kildeopdelte materialer.



FIGUR 3-4 VURDERING AF AFSÆTNINGSPRIS FOR MATERIALER

Der bemærkes i Figur 3-4, at afsætningsprisen for 'blød plast', 'hård plast', 'pap' og 'papir' alle vurderes at ligge lavt på afsætningspris (grafnen ligger tæt på diagrammets centrum), når der er tale om materialer udsorteret af blandet dagrenovation.

3.1.5 Egnethed til genanvendelse

I dette afsnit er det materialernes *egnethed til genanvendelse*, der er vurderet. Først vises resultatet af vurderingen af materialernes *egnethed til genanvendelse* i tabelform (se Tabel 3-3), og herefter vises resultatet af vurderingen grafisk (se Figur 3-5 og Figur 3-6).

Materialer	Kildesorteret	Blandet, komprimeret	Kildeopdelt	Blandet, Semikomprimeret
Blød plast	God	Meget ringe	God	Meget ringe
Glas	God	God	God	God
Hård plast	Ok	Meget ringe	Ok	Ok
Metal	God	Ok	God	Ok
Pap	God	Meget ringe	God	Meget ringe
Papir	God	Ringe	God	Ringe

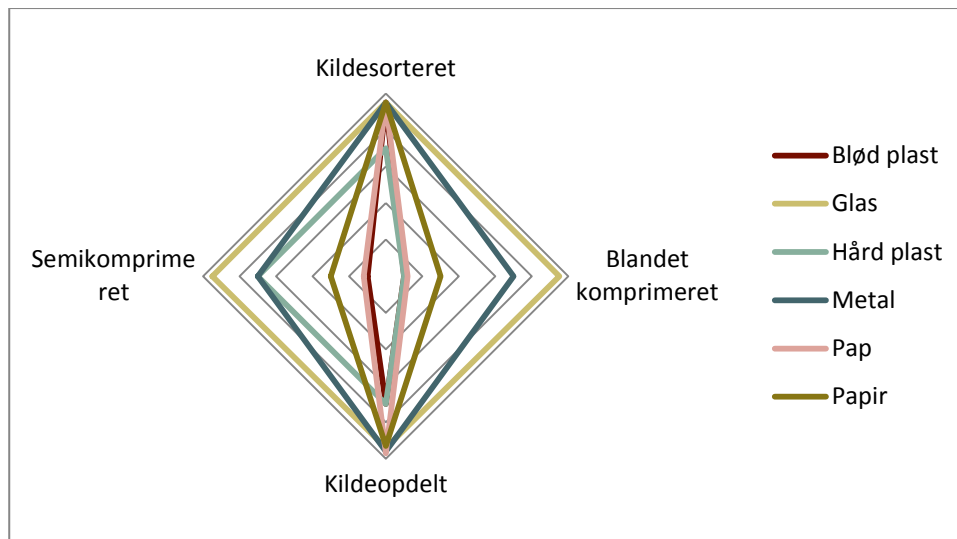
TABEL 3-3 VURDERING AF EGNETHED TIL GENANVENDELSE

Når kildesorteret 'hård plast' i denne undersøgelse ikke vurderes *God* i forhold til *egnethed til genanvendelse*, så skyldes det, at 'hård plast' i den valgte prøve bestod af blandede plastemballager til fødevarer, hvilket betød, at den 'hårde plast' er vurderet ringere på parameteren *egnethed til genanvendelse*.

Der bemærkes endvidere hvordan både 'pap' og 'papir' ikke vurderes særligt egnede til genanvendelse, efter de har været sammenblandet med anden dagrenovation. Dette skyldes, dels at fibrene bliver ødelagt af kontamineringen, dels at fugtindholdet er meget højt i de to prøver.

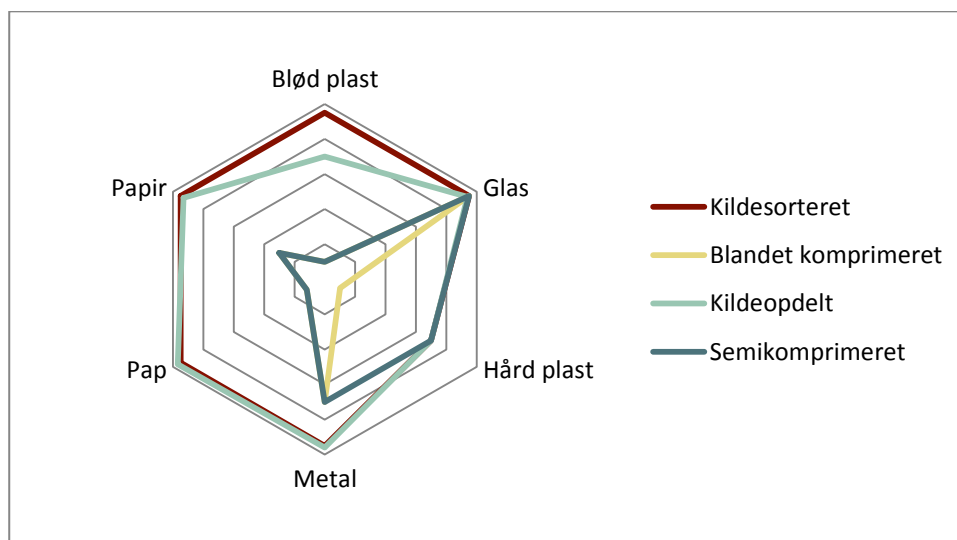
3.1.6 Egnethed til genanvendelse – illustreret

Figur 3-5 viser, hvordan materialernes *egnethed til genanvendelse* vurderes at være påvirket af indsamlingsmetoden. Materialernes *egnethed til genanvendelse* vurderes generelt bedst for de kildesorterede / kildeopdelte materialer. Det ses ved, at graferne klemmer sig sammen om den vertikale akse.



FIGUR 3-5 VURDERING AF EGNETHED TIL GENANVENDELSE I FORHOLD TIL INDSAMLINGSORDNING

Graferne for 'glas' og 'metal' ligger generelt i periferien for diagrammet, hvilket betyder, at *egnethed til genanvendelse* for disse materialer kun påvirkes lidt indsamlingsmetoden.



FIGUR 3-6 VURDERINGER AF EGNETHED TIL GENANVENDELSE FOR MATERIALER

Figur 3-6 illustrerer, hvorledes materialernes *egnethed til genanvendelse* afhænger af måden, hvorpå de er indsamlet. Materialerne 'glas' og 'metal's egnethed til genanvendelse påvirkes kun lidt

(eller slet ikke) af indsamlingsmetoden. Egnethed til genanvendelse af de øvrige materialer er til gengæld meget afhængig af indsamlingsmåden.

3.1.7 Miljøbelastning (ressourcetræk)

I dette afsnit er det den eventuelt øgede miljøbelastning (ressourcetræk), der vurderes. Først sker det i en tabel (Tabel 3-4) og siden i to figurer (Figur 3-7 og Figur 3-8). Det er de samme resultater, der kan læses ud af tabel og figurer.

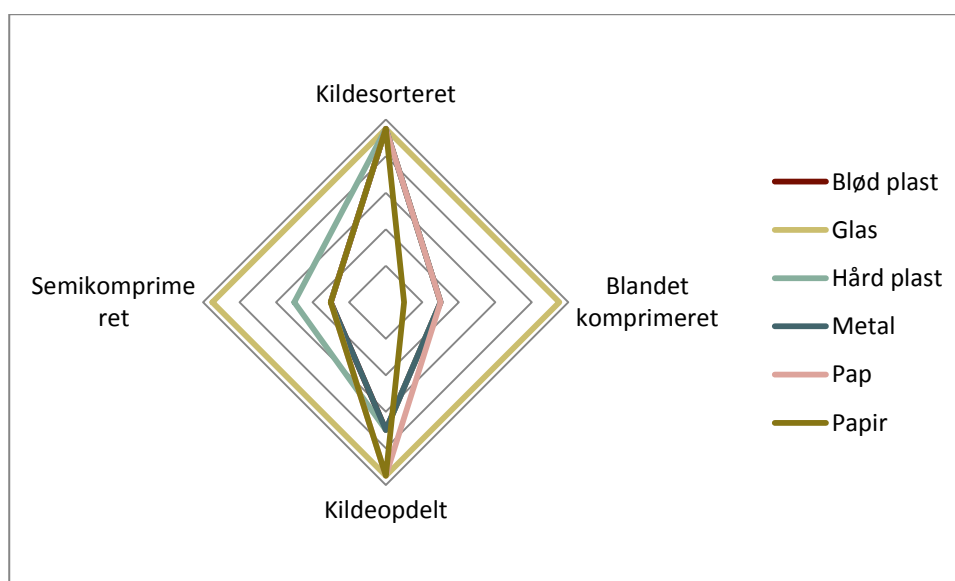
Materialer	Kilde-sorteret	Blandet, komprimeret	Kildeopdelt	Blandet, Semikomprimeret
Blød plast	God	Ringe	Ok	Ringe
Glas	God	God	God	God
Hård plast	God	Ringe	Ok	Ringe/Ok
Metal	God	Ringe	Ok	Ringe
Pap	God	Ringe	God	Ringe
Papir	God	Meget ringe	God	Ok

TABEL 3-4 VURDERINGER AF MILJØBELASTNINGER

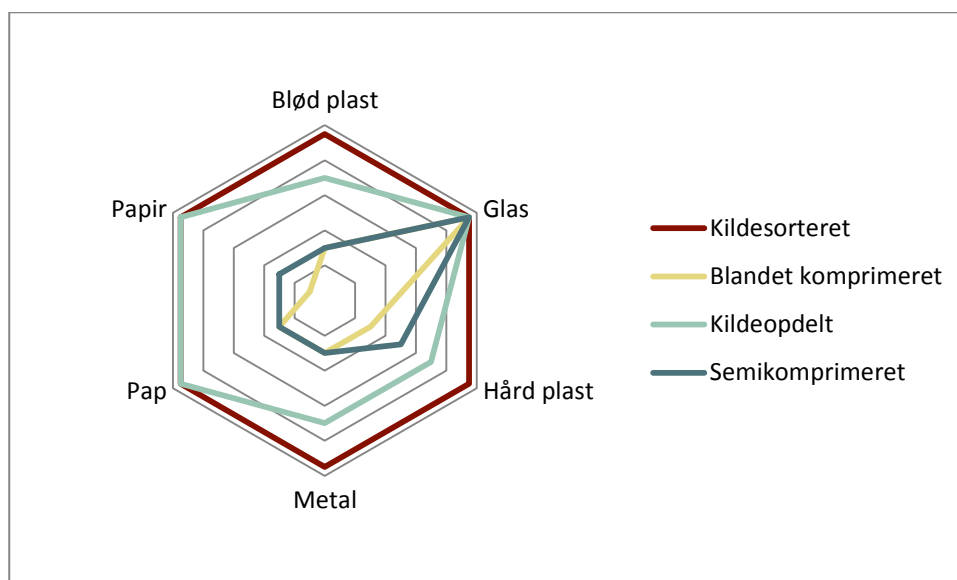
Der bemærkes i Tabel 3-4, at den vurderede *miljøbelastning* er nogenlunde den samme for kildesorterede og kildeopdelte materialer. Belastningen er vurderet lidt større for de kildeopdelte materialer, fordi der kræves en efterfølgende sortering af materialerne. *Miljøbelastningen* vurderes større når materialerne skal sorteres ud fra blandet dagrenovation.

3.1.8 Miljøbelastning – illustreret

Figur 3-7 illustrerer, hvorledes alle materialer – på nær 'glas' – er vurderet til at have en øget *miljøbelastning*, når materialerne er indsamlet som blandet dagrenovation (graferne trænger sig sammen om den vertikale akse). Samtidig illustrerer figuren, at materialerne ikke giver væsentlig større *miljøbelastning* ved genanvendelse, hvis materialerne stammer fra en kildesorteret- eller kildeopdelt indsamling. Ekspertterne anbefalede generelt at anvende 'blød plast', 'pap' og 'papir' indsamlet sammen med blandet dagrenovation til energiformål for at mindske *miljøbelastningen* mest muligt.



FIGUR 3-7 VURDERING AF MILJØBELASTNINGEN FOR FORSKELLIGE INDSAMLINGSORDNINGER



FIGUR 3-8 VURDERINGER AF MILJØBELASTNING VED GENANVENDELSE I FORHOLD TIL INDSAMLING

Figur 3-8 viser, at for 'glas' spiller indsamlingsmåden ikke nogen væsentlig betydning for miljøbelastningen ved at genanvende materialet. For alle andre materialer vurderes indsamlingsmåden at have væsentlig indflydelse for den samlede miljøbelastning ved at genanvende materialet.

3.2 Parametre vurderet på materialers renhed

I dette afsnit præsenteres en samlet vurdering af betydningen af materialernes renhed, hvilket også kan kaldes graden af tilsmudsning eller kvalitet.

Hvert materiale er vurderet efter de tre 'renheder': rent, let-kontamineret og beskidt.

I tabelform vises for hver parameter (*arbejds miljø, afsætningspris, egnethed til genanvendelse og miljøbelastning*) først, hvorledes de seks materialer ('blød plast', 'glas', 'hård plast', 'metal', 'pap' og 'papir') samlet er vurderet efter de tre 'renheder'. Karakteren er enten *God, Ok, Ringe* eller *Meget ringe* – se også afsnit 2.4.

Herefter vises et radar-diagram. Diagram har seks hjørner – ét hjørne for hvert af de seks materialer. I diagrammet udspændes et spind for hver af de tre 'renheder' af materialerne. Jo længere spindet når ud i hjørnerne (materialerne), jo bedre vurdering har den pågældende renhed af materialet opnået. Når markeringen af et materiale ligger længst ude i radardiagrammet, så svarer det til, at materialet har fået vurderingen *God* for den pågældende 'renhed'. Er markeringen tæt på radardiagrammets centrum, så har materialet karakteren *Meget ringe* for dette materiale.

3.2.1 Arbejds miljø

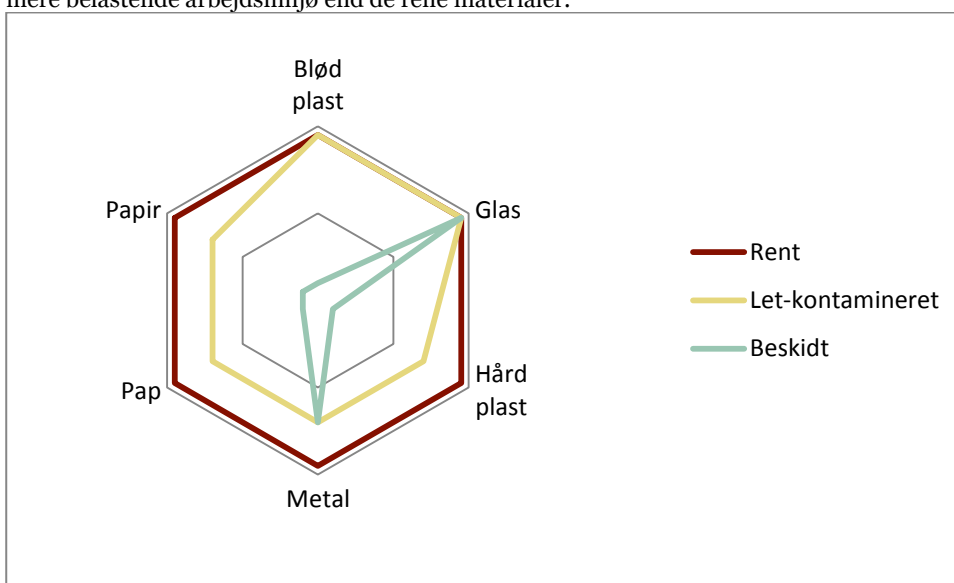
Først er det arbejdsmiljøet, der vurderes som parameter i forhold til kontamineringen af materialerne.

Tabel 3-5 viser, hvorledes de rene materialer (ikke kontamineret med organisk affald) rent arbejdsmiljømæssigt vurderes at have samme belastning som kildesorterede materialer. Det vurderes, rene materialer udsorteret af blandet dagrenovation ikke vil være en yderligere belastning af arbejdsmiljøet.

Materiale	Rent	Let-kontamineret	Beskidt
Blød plast	God	God	Meget ringe
Glas	-	God	God
Hård plast	God	Ok	Meget ringe
Metal	God	Ok	Ok
Pap	God	Ok	Meget ringe
Papir	God	Ok	Meget ringe

TABEL 3-5 VURDERINGER AF RENHEDSGRAD OG ARBEJDSMILJØ

Genanvendelse af kontaminerede materialer – bortset fra 'metal' og 'glas' – vurderes at resultere i mere belastende arbejdsmiljø end de rene materialer.



FIGUR 3-9 VURDERING AF ARBEJDSMILJØ I FORHOLD TIL MATERIALERNES RENHEDSGRAD

Figur 3-9 illustrerer, hvorledes en øget kontaminering af materialerne (bortset fra glas) resulterer i en øget belastning af arbejdsmiljøet. Det ses ved, at spindet trækker sig mere ind mod diagrammets midte, når kontamineringen af materialerne bliver større.

3.2.2 Afsætningspris

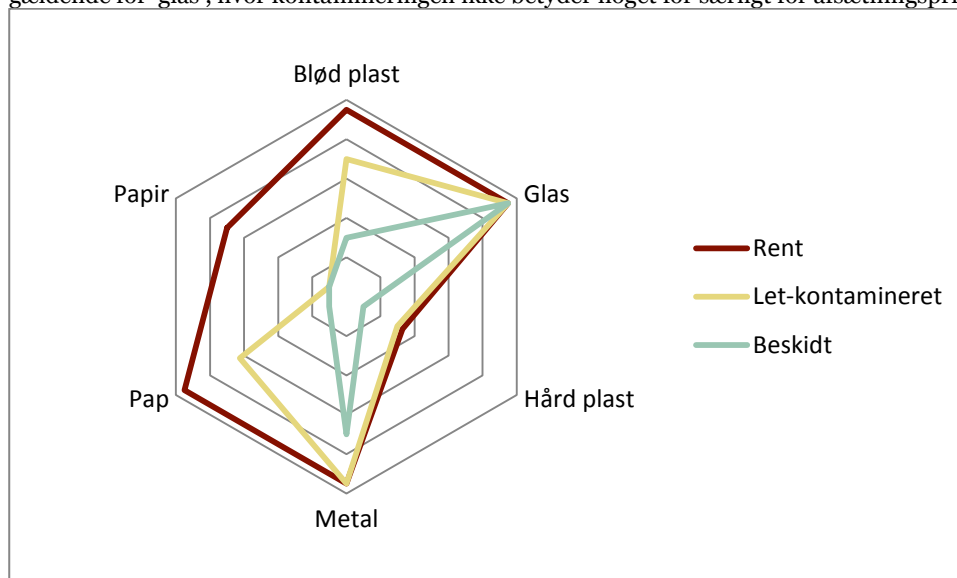
Afsætningsprisen vurderes at afhænge af den kontaminering materialerne har.

Materiale	Rent	Let-kontamineret	Kontamineret
Blød plast	God	Ok	Ringe
Glas	-	God	God
Hård plast	Ringe	Ringe	Meget ringe
Metal	God	God	Ok
Pap	God	God/Ringe	Meget ringe
Papir	God	Meget ringe	Meget ringe

TABEL 3-6 VURDERINGER AF GRADEN AF RENHED OG AFSÆTNINGSPRIS

Tabel 3-6 viser, at de fleste rene materialer (udsortet fra dagrenovation) kan oppebære en *God* afsætningspris. Den rene fraktion af 'hård plast' vurderes tilsyneladende til blot at kunne opnå en Ringe pris i forhold til kildesorteret 'hård plast' – dette er i dette tilfælde mere et tilfælde, der skyldes, at prøven med rent 'hård plast' havde en anden sammensætning end kildesorteret 'hård plast', og derfor ikke kunne opnå den samme pris som den kildesorterede prøve.

Jo mere kontamineret materialet er, jo dårligere bliver afsætningsprisen. Dette gør sig dog ikke gældende for 'glas', hvor kontamineringen ikke betyder noget for særligt for afsætningsprisen.



FIGUR 3-10 VURDERING AF AFSÆTNINGSPRIS VED GENANVENDELSE I FORHOLD TIL RENHEDSGRAD

Figur 3-10 viser tydeligt, hvorledes de kontaminede materialer vurderes at have en lavere afsætningspris i forhold til de rene materialer. 'Glas' og til dels 'metal' følger dog ikke denne tendens.

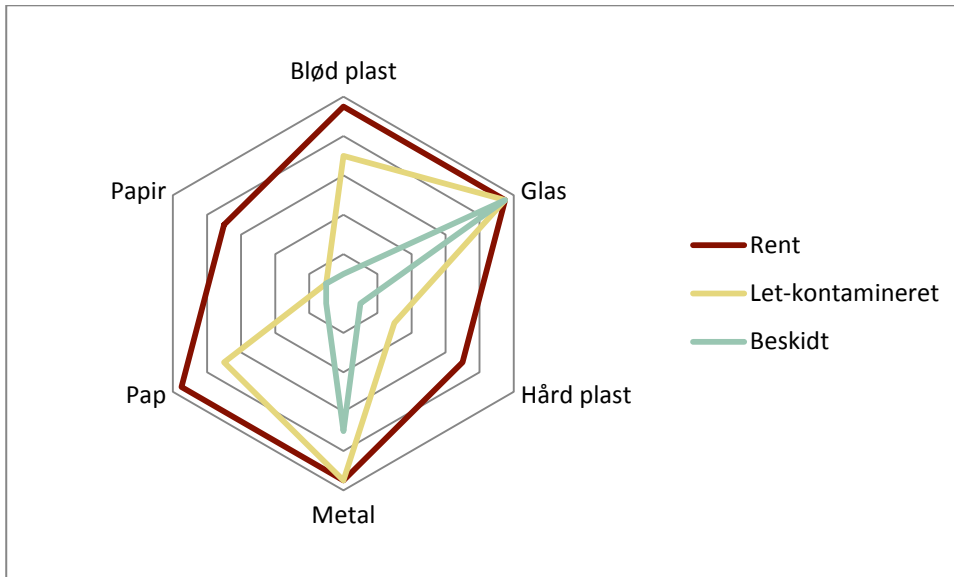
3.2.3 Egnethed til genanvendelse

Tabel 3-7 viser materialernes egnethed til genanvendelse i forhold til materialernes kontaminering.

Materiale	Rent	Let-kontamineret	Beskidt
Blød plast	God	Ok	Meget ringe
Glas	-	God	God
Hård plast	Ok	Ringe	Meget ringe
Metal	God	God	Ok
Pap	God	Ok	Meget ringe
Papir	Ok	Meget ringe	Meget ringe

TABEL 3-7 VURDERING AF EGNETHED TIL GENANVENDELSE AFHÆNGIG AF MATERIALERNES KONTAMINERING

I Tabel 3-7 bemærkes det, hvorledes kontamineringen kun i mindre grad påvirker materialerne ('glas' og 'metal') egnethed til genanvendelse. Modsat er egnetheden til genanvendelse for materialerne 'papir', 'pap', 'blød plast' og 'hård plast' meget afhængig af materialernes kontaminering.



FIGUR 3-11 VURDERING AF EGNETHED TIL GENANVENDELSE AFHÆNGIG AF MATERIALERNES KONTAMINERING

Figur 3-11 illustrerer, hvorledes graden af kontaminering påvirker de seks materialers egnethed til genanvendelse.

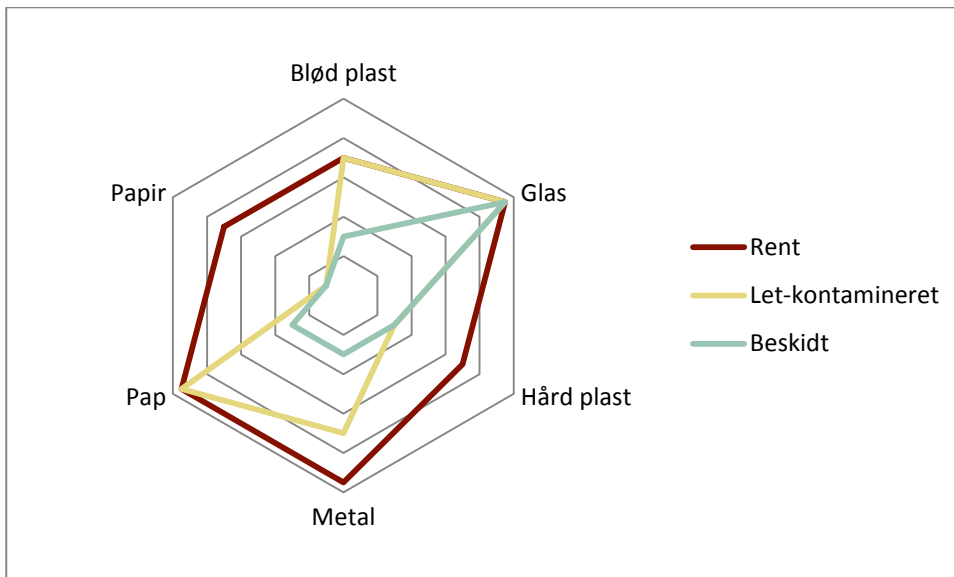
3.2.4 Miljøbelastning

Tabel 3-8 viser vurderingen af miljøbelastningen ved genanvendelse af materialer med forskellig grad af kontaminering. Vurderingen God svarer til samme niveau af miljøbelastningen som ved genanvendelse af rene, kildesorterede materialer.

Materiale	Rent	Let-kontamineret	Kontamineret
Blød plast	Ok	Ok	Ringe
Glas	-	God	God
Hård plast	Ok	Ringe	Ringe
Metal	God	Ok	Ringe
Pap	God	God	Ringe
Papir	Ok	Meget ringe	Meget ringe

TABEL 3-8 VURDERINGER AF MILJØBELASTNING I FORHOLD TIL MATERIALERNES RENHED

I Tabel 3-8 bemærkes det, at miljøbelastningen (ressourcetrækket) vurderes at blive større, når kontamineringen af materialerne bliver større. Det skyldes blandt andet, at behandlingen af de kontaminede materialer er mere ressourcetrækkende, bl.a. til ekstra vask og større reject.



FIGUR 3-12 VURDERING AF MILJØBELASTNING I FORHOLD TIL MATERIALERNES RENHED

Figur 3-12 viser, at spindet trækker sig mere sammen om diagrammets midte, når kontamineringen af materialerne bliver større. Det betyder, at miljøbelastningen (ressourcetrækket) til genanvendelse af materialerne øges med stigende kontaminering af materialerne.

'Blød plast', 'hård plast' og 'papir' er alle vurderet til at have en større miljøbelastning for selv de rene materialer end ved genanvendelse af rene, kildesorterede materialer. Det ses ved, at spindet ikke kommer helt ud i hjørnerne af diagrammet for de 'rene' fraktioner ved disse tre materialer.

Referencer

Astrup, T. F. , Götze, R., 2013: Characterization of plastic packaging waste for recycling: Problems related to current approaches, Proceedings Sardinia 2013, Fourteenth International Waste Management and Landfill Symposium S. Margherita di Pula, Cagliari, Italy; 30 Sep.-4 Oct. 2013

Bach, B.; Malmros, P.; Sigsgaard, T. 1992. Occupational Health Problems Due to Garbage Sorting i: Waste Management.

Breum, N. O.; Nielsen, B. H.; Nielsen, E. M. 2000. Seasonal variation in bioaerosol exposure during biowaste collection and measurements of leaked percolate.

Eder, Peter; Villanueva, Alejandro 2014: End-of-Waste criteria for waste plastic for conversion. Technical proposals. JRC technical reports.

Eder, Peter; Villanueva, Alejandro 2011: End-of-Waste criteria for waste paper: Technical proposals. JRC scientific and technical reports.

Eisted, Rasmus, 2014. Screening af teknologier til eftersortering af kildesorteret forbrændingsegnet affald, Rambøll.

Francavilla , Chiara, 2013: EU end-of-waste criteria for glass causes confusion among glass reprocessors. <http://www.mrw.co.uk/news/end-of-waste-criteria-for-glass-cullet-come-into-force/8649433.article>

Guertin, S., Lavoie, J. 2011. Evaluation of Health and Safety risks in Municipal Solid Waste Recycling Plants.

IPTS, 2013: End-of-waste criteria for waste plastic for conversion, final draft report (work in progress)

Ivens et al. 1997. Relation between season, equipment, and job function and gastrointestinal problems among waste collectors i: Occupational and Environmental Medicine.

Kvalitetsvurdering plastfraksjoner fra ROAF-anlegget 14.02.2014

Larsen, Anna Warberg, 2012: Action 3.1: Survey on existing technologies and methods for plastic waste sorting and collection. Plastic Zero.

Larsen, Anna Warberg; Leisner, Ida; Skovgaard, Mette; Snällfor, David, 2013. Action 4.1: Market conditions for plastic recycling. Plastic Zero. (Plastic Zero 2013:10).

Lavoie, J.; Lazure, L Marchand, G. 1995. Evaluation of the Bioaerosols in a Municipal Solid Waste Recycling and Composting Plant.

Niels O. Breum; Helle Würtz, 1997. Exposure to microorganisms during manual sorting of recyclable paper of different quality

Tolvanen, Outi, 2004. Effects of Waste Treatment Technique and Quality of Waste on Bioaerosols in Finnish Waste Treatment Plants

Bilag 1: Blød plast

Restaffaldet indeholder op til 6-7 % 'blød plast', der primært forefindes som indpakninger, poser og emballager. Ikke mange kommuner har indført kildesorteringsordninger for dette materiale.

¹³

1.1 Kriterier

Ved kemiske analyser af plastfolier ses salte og andre stoffer, som stammer fra de fødevarer, som plastfolien har emballeret, eller fra kontaminering af restaffaldet. Ved at vaske folierne (PET) inden de bliver afleveret til genanvendelse minimeres mængden af 'fremmede' kemiske stoffer i plastikken med 70 %.¹⁴

Plast kan afgive og modtage kemiske stoffer fra de materialer, som plasten er i kontakt med. De fleste plasttyper kan (efter de har været i kontakt med fødevarer) således ikke genanvendes som fødevareremballage uden specielle godkendelser – det gælder også for 'blød plast'. Der er udstedt en række EU-regulativer, der forbyder genanvendelsen af fødevareremballage til ny fødevareremballage¹⁵.

Stort set al plast fundet i restaffaldet har på den ene eller den anden måde været i kontakt med fødevarer. Det indebærer, at plasten kun er genanvendelig til bestemte produkter, der ikke anvendes i fødevarersektoren.

'Blød plast' er et kompliceret materiale at rengøre og behandle, da plasten kan sætte sig fast i de mekaniske dele. Bløde plastfolier er dyre og besværlige at behandle, fordi denne fraktion ofte er kontamineret.¹⁶

1.2 Undersøgelsen

Undersøgelsens design er beskrevet i hovedrapportens kapitel 2.

Det drejer sig om følgende prøver (billeder af prøverne er indsat i sidste del i bilag 1).

Prøve	A	B	C	D	E	F	G
		Komprimeret dagrenovation					
Indhold	Kildesorteret	Rent	Let-kontamineret	Beskidt	Blandet	Kildeopdelt ¹⁷	Semikomprimeret

TABEL_BILAG 1 OVERSIGT OVER PRØVER

Prøve E og G er sammensat, således at prøverne indeholder den procentvise korrekte fordeling mellem 'rent', 'let-kontamineret' og 'beskidt'. Se mere om kontamineringen af 'blød plast' fundet i restaffald i afsnit 2.3.

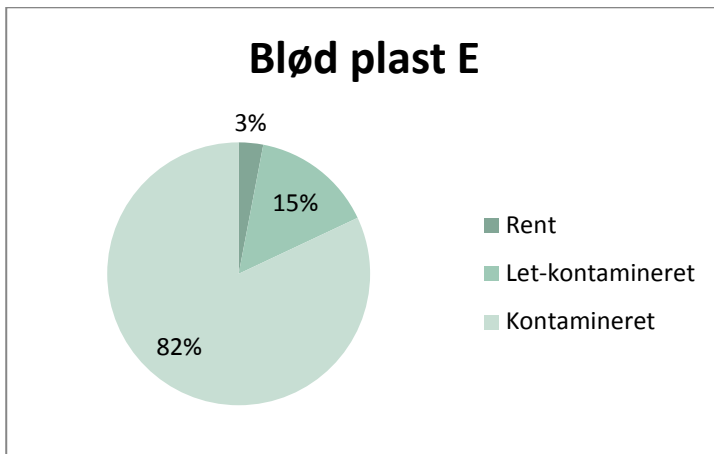
¹³ Astrup & Götze, 2013

¹⁴ Astrup & Götze, 2013

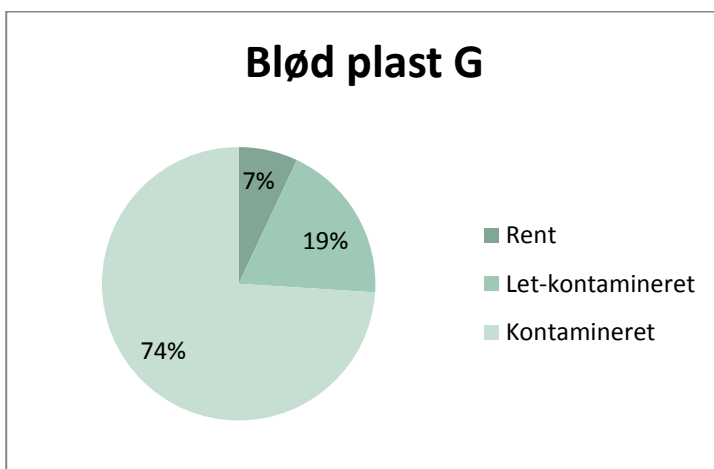
¹⁵ IPTS 2013:132

¹⁶ Larsen 2012

¹⁷ Denne prøve bestod af blød plast, pap og papir



FIGUR_BILAG 1 SAMMENSÆTNING AF BLØD PLAST I KOMPRIMERET RESTAFFALD



FIGUR_BILAG 2 SAMMENSÆTNING AF BLØD PLAST I SEMIKOMPRIMERET RESTAFFALD

Specialister fra genvindingsindustrien har bedømt kvaliteten af de 7 forskellige prøver med 'blød plast'. Bedømmelsen er baseret på de fire parametre: *arbejds miljø, afsætningspris, egnethed til genanvendelse og miljøbelastning*.

Store dele af 'blød plast' i restaffaldet udgøres af (affalds)plastposer poser og lignende. 'Blød plast' har som regel været i direkte kontakt med fødevarer.

1.3 Vurderinger – blød plast

Fire specialister har undersøgt og givet deres vurderinger af kvaliteten af de forskellige plastikprøver i forhold til de opstillede parametre.

1.3.1 Arbejdsmiljø

Prøve	A	B	C	D	E	F	G	
		Komprimeret dagrenovation						
Indhold	Kildesorteret	Rent	Let-kontamineret	Beskidt	Blandet	Kildeopdelt ¹⁸	Semikomprimeret	
Arbejdsmiljø	God	God	God	Meget ringe	Meget ringe	God	Meget ringe	

TABEL_BILAG 2 VURDERING AF ARBEJDSMILJØ VED HÅNDBLØD PLASTAFFALD I DE RESPEKTIVE KVALITETER

Prøve A, B, C og F har alle en god kvalitet i relation til arbejdsmiljøforhold. Prøverne D, E og G bliver anset som meget beskidte og ikke egnede til genanvendelse.

1.3.2 Afsætningspris

Prøve	A	B	C	D	E	F	G	
		Komprimeret dagrenovation						
Indhold	Kildesorteret	Rent	Let-kontamineret	Beskidt	Blandet	Kildeopdelt ¹⁹	Semikomprimeret	
Afsætningspris	God	God	Ok	Ringe	Ringe	God	Ringe	

TABEL_BILAG 3 VURDERING AF AFSÆTNINGSPRIS VED HÅNDBLØD PLASTAFFALD I DE RESPEKTIVE KVALITETER

Prøve A og F kan nemt afsættes på markedet. Der er usikkerhed om, hvorvidt Prøve B skal vaskes inden oparbejdning til ny plast. Prøve C skal vaskes, hvis den skal genanvendes til ny plast.

Det er dyrere at genanvende prøverne D, E og G, dels fordi de skal vaskes, og dels fordi prøverne består af blandede plasttyper, som ville skulle udsorteres - og ikke har så meget værdi som plast af én type.

I prøverne E og G er der forholdsvis små mængder iblandet rent plast henholdsvis 3 % og 7 % og kun 15 % og 19 % let-kontamineret plast jf. Tabel 2-2 og Tabel 2-3. Størstedelen af plasten i disse to prøver er således meget beskidt, og det indikerer, at det er forholdsvis dyrt at afsætte 'blød plast' fundet i restaffald.

¹⁸ Denne prøve bestod af metal, glas og hård plast

¹⁹ Denne prøve bestod af metal, glas og hård plast

1.3.3 Egnethed til genanvendelse

Prøve	A	B	C	D	E	F	G	
	Komprimeret dagrenovation							
Indhold	Kildesorteret	Rent	Let-kontamineret	Beskidt	Blandet	Kildeopdelt ²⁰	Semikomprimeret	
Egnethed til genanvendelse	God	God	Ok	Meget ringe	Meget ringe	God	Meget ringe	

TABEL_BILAG 4 VURDERING AF EGNETHED TIL GENANVENDELSE VED HÅNDTERING AF BLØD PLASTAFFALD I DE RESPEKTIVE KVALITETER

Da der ikke er særlig meget kontaminering i prøverne på A, B og F er de alle egnede til genanvendelse. Prøve D, E og G er alle blevet klassificeret som meget ringe, blandt andet fordi at vægten af det kontaminede materiale vejer mere end selve plasten. Det er muligt at genanvende prøve C, men kun til bestemte formål, hvor det er acceptabelt at plasten er af dårlig kvalitet.

Der er også nævnt, at et generelt problem for den bløde plast fra restaffaldet - i forhold til genanvendelsesmuligheder – er, at emballagen ofte består af forskellige lag og typer af plast, og derfor ikke er en homogen masse, hvilket problematiserer genanvendelsesmulighederne.

1.3.4 Miljøbelastning (ressourcetræk)

Prøve	A	B	C	D	E	F	G	
	Komprimeret dagrenovation							
Indhold	Kildesorteret	Rent	Let-kontamineret	Beskidt	Blandet	Kildeopdelt ²¹	Semikomprimeret	
Miljøbelastning	God	Ok	Ok	Ringe	Ringe	Ok	Ringe	

TABEL_BILAG 5 VURDERING AF MILJØBELASTNING VED HÅNDTERING AF BLØD PLASTAFFALD I DE RESPEKTIVE KVALITETER

Prøve A har en renhed der gør, at den ikke behøver at blive vasket. Der er delte meninger om hvorvidt prøver B bør vaskes, hvorimod prøve C skal vaskes. Dette vil medføre en miljøbelastning i oparbejdningsprocessen.

Prøve F kræver en forsortering, hvilket indebærer ekstra ressourcer.

Prøverne D, E og G skal alle enten gennem en større vaskeproces før end de kan oparbejdes eller udnyttes til energi. Det medfører øget miljøbelastning.

²⁰ Denne prøve bestod af blød plast, pap og papir

²¹ Denne prøve bestod af blød plast, pap og papir

1.4 Konklusion og diskussion

Nedenstående tabel viser den samlede vurdering for ekspertpanel for 'blød plast'.

Prøve	A	B	C	D	E	F	G
	Komprimeret dagrenovation						
Indhold	Kildesorteret	Rent	Let-kontamineret	Beskidt	Blandet	Kildeopdelt ²²	Semikomprimeret
Arbejds-miljø	God	God	God	Meget ringe	Meget ringe	God	Meget ringe
Afsætningspris	God	God	Ok	Ringe	Ringe	God	Ringe
Egnethed til genanvendelse	God	God	Ok	Meget ringe	Meget ringe	God	Meget ringe
Miljø-belastning	God	Ok	Ok	Meget ringe	Ringe	Ok	Ringe

TABEL_BILAG 6 SAMLET VURDERING AF BLØD PLAST FOR 4 PARAMETRE OG 7 PRØVER

Tabellen viser at prøve A er af en meget høj kvalitet, efterfulgt af prøve B og F, der kræver lidt mere forbehandling og derfor har en større miljøbelastning.

Prøve C skal rengøres før den kan nyttiggøres til genanvendelse, hvilket har en negativ påvirkning på *afsætningspris*, *egnethed til genanvendelse* og *miljøbelastning*.

De meget beskidte prøver D, E og G er af så ringe en kvalitet, at det klart blev anbefalet at bruge dem til energimæssige formål. Omkostningerne, der er forbundet med at behandle de beskidte kvaliteter, betyder ifølge specialisterne, at prøverne ikke er attraktive for genvindingsindustrien.

Der skal bruges mange ressourcer på at vaske disse kvaliteter af 'blød plast'. Det indebærer større omkostninger og en øget miljøbelastning i forhold til at energiudnytte materialerne.

Ekspertterne fremførte, at 'blød plast' består af flere typer af plast (PP, HDPE osv.) og i forskellige farver, og ofte er plasten sammensat af laminaer af forskellige plasttyper. 'Blød plast' er derfor ikke nem at genanvende.

En udbredt vask og sortering af 'blød plast' vil være påkrævet.

²² Denne prøve bestod af blød plast, pap og papir

1.5 Billeder af syv prøver med blød plast



BILLEDE 1 PRØVE A, KILDESORTERET BLØD PLAST



BILLEDE 2 PRØVE B, RENT KOMPRIMERET BLØD PLAST



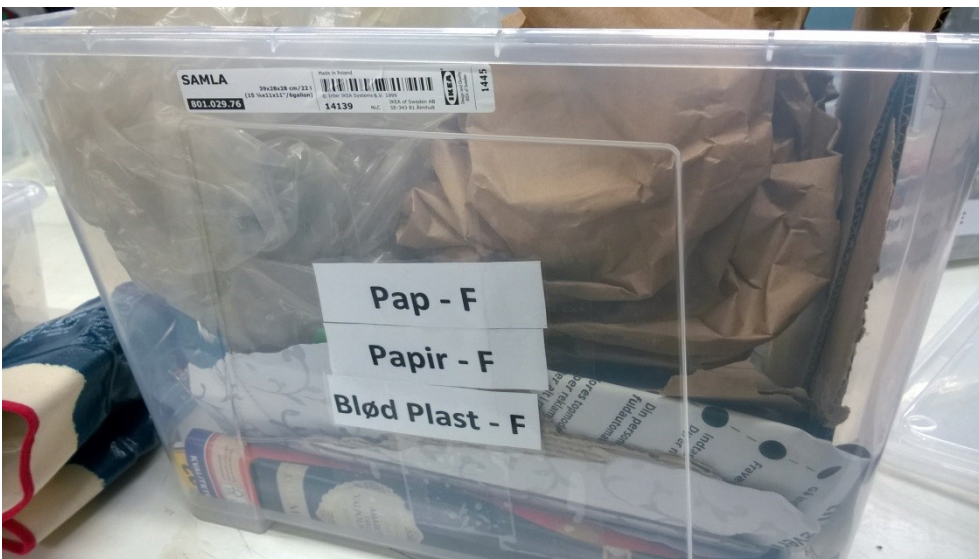
BILLEDE 3 PRØVE C, LET-KONTAMINERET KOMPRIMERET BLØD PLAST



BILLEDE 4 PRØVE D, KONTAMINERET KOMPRIMERET BLØD PLAST



BILLEDE 5 PRØVE E, BLANDET KOMPRIMERET BLØD PLAST



BILLEDE 6 PRØVE F, KILDEOPDELT BLØD PLAST, PAPIR OG PAPER



BILLEDE 7 PRØVE G, BLANDET SEMIKOMPRIMERET BLØD PLAST

Bilag 2: Glas

2.1 Kriterier

End of Waste-kriterier er de betingelser, der afgør, hvornår en bestemt affaldsfraktion ikke længere kan anses for at være affald. Glas er affald, indtil det ved at overholde bl.a. kravene anført nedenfor kan blive end-of-waste.²³

- Jernholdige metaller: 50 ppm
- Ikke-jernholdige metaller: 60 ppm
- Uorganisk (ikke metal eller glas) 100 ppm for glasaffald > 1mm; og 1,500 ppm for glas affald ≤ 1mm
- Organisk materiale: 2,000 ppm.

Glas er et forholdsvist dyrt produkt at producere på basis af jomfruelige materialer, derfor er genvindings- og glasindustrien interesseret i at genanvende så meget glasaffald som muligt.

I Danmark er der stort set kun én modtager for glasaffald. De behandler glasset inden det bliver sendt til videre til oparbejdning, hvor glasset bliver omsmeltet. Dele af glasaffaldet eksporteres til Tyskland, hvor de mere komplicerede fraktioner (primært i forhold til farvesortering) bliver sorteret, for derefter at blive sendt til videre behandling.

Glasgenvindingsindustrien har på baggrund af markedets behov positioneret sig til at kunne genvinde de fleste typer af glassaffald. Denne interesse skyldes, at glas ikke reagerer med sine omgivelser og dermed ikke aftager/afgiver lugt og smag, hvilket bevirker en relativ enkel genvindingsproces.

Undersøgelsen

Undersøgelsens design er beskrevet i hovedrapportens kapitel 2.

Det drejer sig om følgende prøver (billeder af prøverne er indsat i sidst i bilag 2).

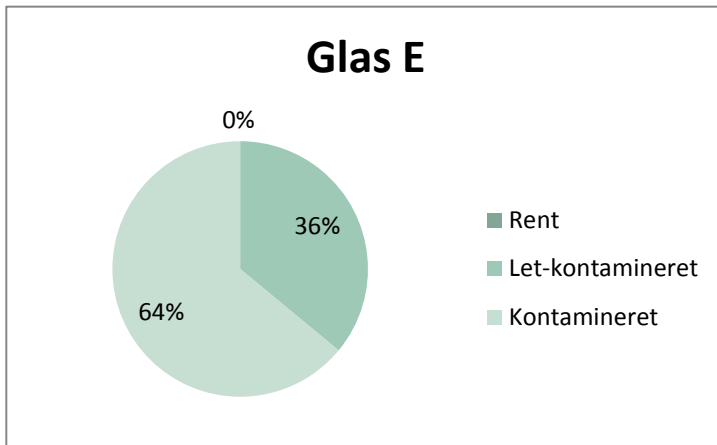
Prøve	A	B	C	D	E	F	G
		Komprimeret dagrenovation					
Indhold	Kildesorteret	Rent	Let-kontamineret	Beskidt	Blandet	Kildeopdelt ²⁴	Semikomprimeret

TABEL_BILAG 7 OVERSIGT OVER PRØVER

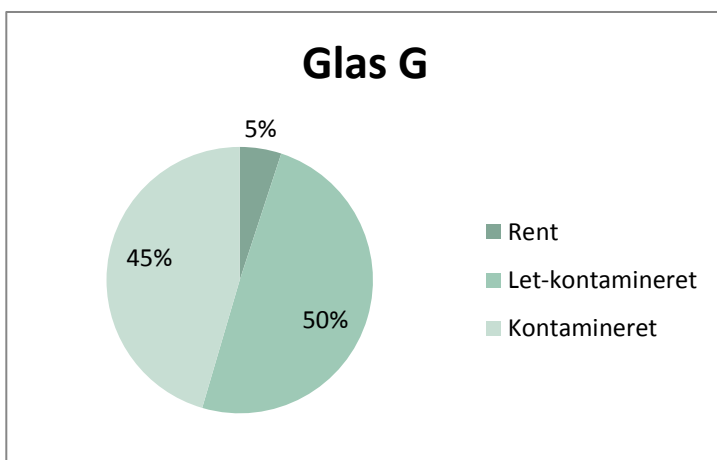
Prøve E og G er sammensat, således at prøverne indeholder den procentvise korrekte fordeling mellem 'rent', 'let-kontamineret' og 'beskidt'. Se mere om kontamineringen af 'glas' fundet i restaffald i afsnit 2.3.

²³ (<http://www.mrw.co.uk/news/end-of-waste-criteria-for-glass-cullet-come-into-force/8649433.article>)

²⁴ Denne prøve bestod af metal, glas og hård plast



FIGUR_BILAG 3 FORDELING AF KONTAMINERET GLAS FUNDET I RESTAFFALD



FIGUR_BILAG 4 FORDELING AF KONTAMINERET GLAS I SEMIKOMPRIMERET RESTAFFALD

Det er kun medarbejdere (eksperter) fra den ene professionelle modtager af glasaffald i Danmark, der har bedømt de 7 forskellige prøver af glasaffald. Bedømmelsen er baseret på 4 forskellige parametre hhv. arbejdsmiljø, egnethed til genanvendelse, afsætning og miljøbelastning.

Der var stort set kun hele glasemballager i det undersøgte restaffald, og derfor indeholdt de fremviste prøver ikke glasskår.

Der var 0 % rent glas i det undersøgte komprimerede restaffald, derfor indgår 'rent glas' ikke i prøven for restaffald (komprimeret, prøve B).

2.1.1 Arbejdsmiljø

Prøve	A	B	C	D	E	F	G	
		Komprimeret dagrenovation						
Indhold	Kildesorteret	Rent	Let-kontamineret	Beskidt	Blandet	Kildeopdelt ²⁵	Semikomprimeret	
Arbejdsmiljø	God	-	God	God	God	Ok	God	

TABEL_BILAG 8 VURDERING AF ARBEJDSMILJØ VED HÅNDTERING AF GLASAFFALD SVARENDE TIL DE SYV PRØVER

Da de ansatte har minimal kontakt med glasset undervejs i processen, så vurderes det ikke at belaste arbejdsmiljøet yderligere, om glasset er kontamineret med organisk affald eller ej. Alle prøver vurderes at have en kvalitet, der gør, at glasset (glasemballagen) kan genanvendes uden yderligere forholdsregler i forhold til arbejdsmiljøet.

Dette skal ses på baggrund af, at det var relativt rene fraktioner, der alle kunne behandles på samme måde i den mekaniske proces.

Der skal foretages en manuel forsøring af prøve F, hvilket betyder en øget belastning af det fysiske arbejdsmiljø.

2.1.2 Afsætningspris

Prøve	A	B	C	D	E	F	G	
		Komprimeret dagrenovation						
Indhold	Kildesorteret	Rent	Let-kontamineret	Beskidt	Blandet	Kildeopdelt ²⁶	Semikomprimeret	
Afsætningspris	God	-	God	God	God	God	God	

TABEL_BILAG 9 VURDERING AF AFSÆTNINGSPRIS VED HÅNDTERING AF GLASAFFALD SVARENDE TIL DE SYV PRØVER

Her er alle prøverne vurderet til at have samme afsætningspris. Da behandling af disse er ens, skal der således ikke tilføres ekstra ressourcer eller sortering, hvilket resulterer i samme pris for alle prøver.

Der blev her nævnt, at partier af forskelligt farvede glas (som alle de fremviste prøver består af), har en lavere pris, end hvis de er farvesorterede. Klart glas opnår den bedste pris. Problemet med husholdningsglas er dog, at selvom de er af klart glas, så er klarheden stadig lav i forhold til jomfruglas. Dette skyldes, at der i gennemsligt glas kan indeholde en anelse farve.

Hvis der havde været større mængder grus og/eller porcelæn i prøverne, ville prisen været en anelse lavere. Det skyldes, at behandlingsprocessen tager længere tid, når grus og porcelæn skal frasorteres.

²⁵ Denne prøve bestod af metal, glas og hård plast

²⁶ Denne prøve bestod af metal, glas og hård plast

2.1.3 Egnethed til genanvendelse

Prøvernes egnethed til genanvendelse fremgår af nedenstående oversigt.

Prøve	A	B	C	D	E	F	G	
		Komprimeret dagrenovation						
Indhold	Kildesorteret	Rent	Let-kontamineret	Beskidt	Blandet	Kildeopdelt ²⁷	Semikomprimeret	
Egnethed til genanvendelse	God	-	God	God	God	God	God	

TABEL_BILAG 10 VURDERING AF GLASSETS EGNETHED TIL GENANVENDELSE VED HÅNDTERING AF GLASAFFALD SVARENDE TIL DE SYV PRØVER

Det er vurderet, at alle prøver er egnede til genanvendelse. Kontaminering med organisk affald er ikke nogen begrænsning.

Ved prøve F skal de andre tørre genanvendelige materialer sorteres fra i processen. Andre materialer sendes videre til oparbejdning andre steder.

2.1.4 Miljøbelastning (ressourcetræk)

Prøvernes miljøbelastning i forbindelse med genanvendelse fremgår af nedenstående oversigt.

Prøve	A	B	C	D	E	F	G	
		Komprimeret dagrenovation						
Indhold	Kildesorteret	Rent	Let-kontamineret	Beskidt	Blandet	Kildeopdelt ²⁸	Semikomprimeret	
Miljøbelastning	God	-	God	God	God	God	God	

TABEL_BILAG 11 VURDERING AF MILJØBELASTNING VED HÅNDTERING AF GLASAFFALD SVARENDE TIL DE SYV PRØVER

Det vurderes, at alle prøver vil resultere i nogenlunde samme belastning af miljøet, når glasaffaldet skal oparbejdes til nyt glas.

Der må påregnes øget transport i forbindelse med behandling af Prøve F, hvilket resulterer i øget belastning, men selve oparbejdningen af 'glas' vurderes ikke at belaste miljøet yderligere.

Hvis de fremlagte prøver havde indeholdt flere skår og keramik, så skulle anlægget operere langsommere, hvilket vil medføre en øget miljøbelastning i form af større energiforbrug.

²⁷ Denne prøve bestod af metal, glas og hård plast

²⁸ Denne prøve bestod af metal, glas og hård plast

2.2 Glas - konklusion og diskussion

Prøve	A	B	C	D	E	F	G	
	Komprimeret dagrenovation							
Indhold	Kildesorteret	Rent	Let-kontamineret	Beskidt	Blandet	Kildeopdelt ²⁹	Semikomprimeret	
Arbejds-miljø	God	-	God	God	God	Ok	God	
Afsætning spris	God	-	God	God	God	God	God	
Egnethed til genanvendelse	God	-	God	God	God	God	God	
Miljø-belastning	God	-	God	God	God	God	God	

TABEL_BILAG 12 SAMLET VURDERING PÅ FIRE PARAMETRE VED HÅNDTERING AF GLASAFFALD SVARENDE TIL DE SYV PRØVER

Det er vurderet, at de udtagne prøver med glas ikke vil give anledning til væsentlige øgede belastninger, dårligere afsætningspris eller i det hele taget være mindre egnede til genanvendelse. Det er ikke en eventuel kontaminering med organisk affald, der påvirker de fire parametre.

Til gengæld kan forekomsten af mange skår eller porcelæn, keramik, pyrex-glas, sand og grus i glasaffaldet have betydning for de fire parametre. Det forringer kvaliteten af affaldet, hvis ikke det bliver sorteret ud.

Dette gælder specielt, hvis affaldet er knust og komprimeret, hvorved rejected bliver sværere at frasortere. Porcelæn, pyrex eller keramik indgik ikke i det restaffald, der dannede grundlag for udtagning af prøver.

²⁹ Denne prøve bestod af metal, glas og hård plast

2.3 Billeder af fire prøver med glas



BILLEDE 8 PRØVE A, KILDESORTERET GLAS

Intet billede

BILLEDE 9, RENT KOMPRIMERET GLAS



BILLEDE 10 PRØVE C, LET-KONTAMINERET KOMPRIMERET GLAS



BILLEDE 11 PRØVE D, KONTAMINERET KOMPRIMERET GLAS

Intet billede

BILLEDE 12 PRØVE E, BLANDET KOMPRIMERET GLAS



BILLEDE 13 PRØVE F, KILDEOPDELT GLAS, METAL OG HÅRD PLAST

Intet billede

BILLEDE 14 PRØVE G, BLANDET SEMIKOMPRIMERET GLAS

Bilag 3: Hård plast

Der forefindes en del hård plast i restaffaldet. Forbrugeren skal som hovedregel smide plasten ud som dagrenovation, hvis det har været i kontakt med fødevarer.

3.1 Kriterier

Plastic Zero-projektet er et af de få projekter, der behandler aspekter vedrørende plast i restaffaldet. Her skrives om NIR-scannerens evne til udsortering af plasttyper: *'dirty [plastic] objects are not recognized if the light cannot be reflected'* (Plastic Zero 2013:10).

Plastic Zero diskuterer også, hvordan kontaminering og dermed kvaliteten af plast kan have indflydelse på genanvendeligheden. Om dette skriver End of Waste direktivet:

Macrophysical contamination is much easier to remove than contamination at a microscopic level, especially if partially bound (like glues) or embedded (e.g. grained soil caused by abrasion or grinding). This microscopic contamination can be due to the initial quality of the waste source but also to the baling, transport and handling of the waste. Such impurities may lead to production problems and loss of quality. Finally, chemical contamination, occurring by adsorption of flavorings, essential oils, etc. can lead to global contamination of the waste plastic stream considered (Eder & Villanueva 2014: 51).

Plast kan modtage og afgive lugt og smag, da den reagerer med de elementer, den er i kontakt med. Dette påvirker genanvendeligheden af den plast, der har været i kontakt med fødevarer. Der er derfor restriktioner for hvilke formål plast, der har været i kontakt med fødevarer, må genanvendes til (IPTS 2013:132).

Om plast og farve skriver Eder & Villanueva:

The opportunity of using recycled polymers as substitutes of virgin polymers is very much influenced, and limited, by the end-use application. Transparent plastic products need the use of transparent resins. (2014: 13)

Det er vigtigt, at plastens farve er homogen, således at den kan målrettes et specifikt produkt og dermed undgå unødvendig tilsætning af jomfrueligt materiale.

Ved genanvendelse af 'plast' er det derfor både vigtigt, hvad plasten har været i kontakt med, og at plasten kan udsorteres i en homogen mængde.

3.2 Undersøgelsen

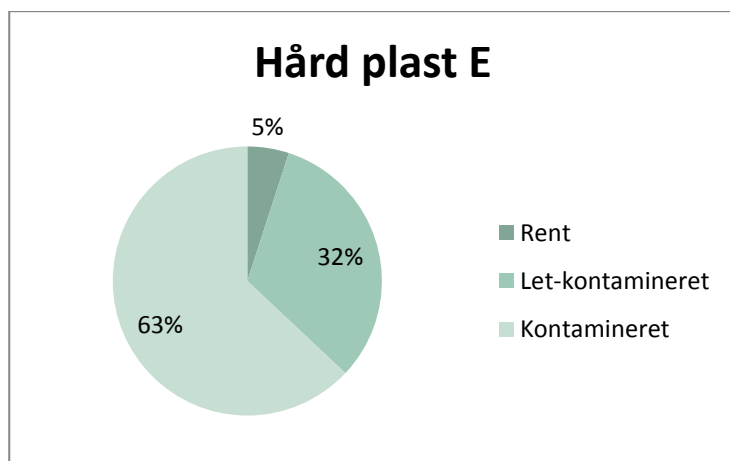
Undersøgelsens design er beskrevet i hovedrapportens kapitel 2.

Det drejer sig om følgende prøver.

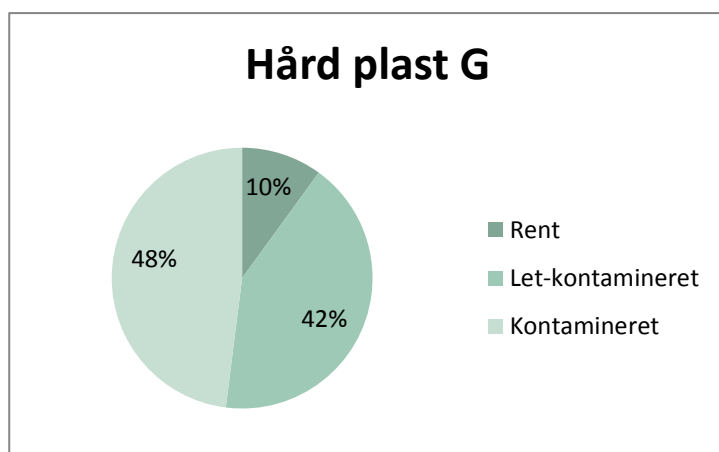
Prøve	A	B	C	D	E	F	G
		Komprimeret dagrenovation					
Indhold	Kildesorteret	Rent	Let-kontamineret	Beskidt	Blandet	Kildeopdelt ³⁰	Semikomprimeret

TABEL_BILAG 13 OVERSIGT OVER PRØVER

Prøve E og G er sammensat, således at prøverne indeholder den procentvise korrekte fordeling mellem 'rent', 'let-kontamineret' og 'beskidt'. Se mere om kontamineringen af 'hård plast' fundet i restaffald i afsnit 2.3.



FIGUR_BILAG 5 PROCENTFORDELING AF KONTAMINERING AF HÅRD PLAST FUNDET I KOMPRIMERET RESTAFFALD



FIGUR_BILAG 6 PROCENTFORDELING AF KONTAMINERING AF HÅRD PLAST FUNDET I SEMIKOMPRIMERET RESTAFFALD

³⁰ Denne prøve bestod af metal, glas og hård plast

Specialister fra genvindingsindustrien har bedømt kvaliteten af de 7 forskellige plastprøver. Bedømmelsen er baseret på 4 forskellige parametre hhv. arbejdsmiljø, egnethed til genanvendelse, afsætning og miljøbelastning.

En stor del af den hårde plast fundet i restaffaldet består af emballager fra husholdninger.

3.3 Vurderinger

Fire specialister har undersøgt og givet deres vurderinger af kvaliteten af de forskellige plast-prøver i forhold til de opstillede parametre.

3.3.1 Arbejdsmiljø

Prøve	A	B	C	D	E	F	G	
	Komprimeret dagrenovation							
Indhold	Kildesorteret	Rent	Let-kontamineret	Beskidt	Blandet	Kildeopdelt ³¹	Semikomprimeret	
Arbejdsmiljø	God	God	Ok	Meget ringe	Meget ringe	Ok	Ok	

TABEL_BILAG 14 VURDERING AF ARBEJDSMILJØ VED HÅNDBLIVNING AF HÅRD PLASTAFFALD I DE RESPEKTIVE KVALITETER

De tre prøver A, B og F har alle en god kvalitet i forhold til arbejdsmiljø. Prøverne D og E bliver anset som meget beskidte og dermed for kontaminerede til at genanvende.

Prøverne C og G skal vaskes, hvilket kan påvirke arbejdsmiljøet i form af ekstra arbejdsbyrder.

Prøve F kræver en forsortering, der påvirker det fysiske arbejdsmiljø en smule.

3.3.2 Afsætningspris

Prøve	A	B	C	D	E	F	G	
	Komprimeret dagrenovation							
Indhold	Kildesorteret	Rent	Let-kontamineret	Beskidt	Blandet	Kildeopdelt ³²	Semikomprimeret	
Afsætningspris	Ok	Ringe	Ringe	Meget ringe	Meget ringe	Ringe	Ringe	

TABEL_BILAG 15 VURDERING AF AFSÆTNINGSPRIS VED HÅNDBLIVNING AF HÅRD PLASTAFFALD I DE RESPEKTIVE KVALITETER

Her er alle prøverne på nær prøve A af en så dårlig kvalitet, at det har en direkte påvirkning på afsætningsprisen.

³¹ Denne prøve bestod af metal, glas og hård plast

³² Denne prøve bestod af metal, glas og hård plast

For alle prøverne vil der være et reject af fremmed plast, vand og organisk materiale ved oparbejdningen af disse, som gør transporten af dem relativt dyr. Den største udfordring for alle prøverne er, at de er sammenblandede. Det vil sige at de skal vaskes og efterfølgende sorteres i plasttyper, hvor de typer, der ikke kan bruges, sorteres fra som reject.

Hvis ingen af prøverne sorteres yderligere ud, kan de aftages som den dårligste plastkvalitet, da muligheden for genanvendelse af blandet plast er meget lav.

Skåret glas fra den kildeopdelte fraktion i prøve F har det endvidere med at hæfte sig på plasten. Det forurener prøven yderligere, som dermed bliver dyrere at oparbejde.

3.3.3 Egnethed til genanvendelse

Prøve	A	B	C	D	E	F	G	
	Komprimeret dagrenovation							
Indhold	Kildesorteret	Rent	Let-kontamineret	Beskidt	Blandet	Kildeopdelt ³³	Semikomprimeret	
Genanvendelse	Ok	Ok	Ringe	Meget ringe	Meget ringe	Ok	Ok	

TABEL_BILAG 16 VURDERING AF EGNETHED TIL GENANVENDELSE VED HÅNDBETINGET AF HÅRD PLASTAFFALD I DE RESPEKTIVE KVALITETER

Foruden prøve D og E, som har en meget lille genanvendelsesværdi, så er der et relativt stort reject på de andre prøver. Her er det primært HDPE og PP-plasten, der vil blive sorteret fra som genanvendelig og resten vil ende som reject.

Sorte plastbakker er også et problem at genanvende, fordi de NIR-scannere, der kan aflæse sort materiale, stadig ikke er en etableret del af sorteringsprocessen, hvilket nedgraderer hvor egnet 'hård plast', fundet i dagrenovationen, er til genanvendelse.

3.3.4 Miljøbelastning (ressourcetræk)

Prøve	A	B	C	D	E	F	G	
	Komprimeret dagrenovation							
Indhold	Kildesorteret	Rent	Let-kontamineret	Beskidt	Blandet	Kildeopdelt ³⁴	Semikomprimeret	
Miljøbelastning	God	Ok	Ringe	Ringe	Ringe	Ok	Ringe/Ok	

TABEL_BILAG 17 VURDERING AF MILJØBELASTNING VED HÅNDBETINGET AF HÅRD PLASTAFFALD I DE RESPEKTIVE KVALITETER

Da prøve A har en renhed der gør, at den ikke behøver at blive vasket, belaster denne ikke umiddelbart miljøet.

Prøve B og prøve F kræver relative ressourcetrækkende sorterings- og vaskeprocesser inden de kan oparbejdes. Det betyder, at miljøbelastningen bliver høj. Ved et endnu større ressourceinput er det også muligt at genanvende prøve G.

³³ Denne prøve bestod af metal, glas og hård plast

³⁴ Denne prøve bestod af metal, glas og hård plast

Der er en mindst miljøbelastning ved at anvende prøverne C, D og E til energiudnyttelse via en forbrændingsproces.

3.4 Konklusion og diskussion

Prøve	A	B	C	D	E	F	G
	Komprimeret dagrenovation						
Indhold	Kildesorteret	Rent	Let-kontamineret	Beskidt	Blandet	Kildeopdelt ³⁵	Semikomprimeret
Arbejds-miljø	God	God	Ok	Meget ringe	Meget ringe	God	Ok
Afsætning spris	Ok	Ringe	Ringe	Meget ringe	Meget ringe	Ringe	Ringe
Egnethed til genanvendelse	Ok	Ok	Ringe	Meget ringe	Meget ringe	Ok	Ok
Miljø-belastning	God	Ok	Ringe	Ringe	Ringe	Ok	Ringe/Ok

3.5 Tabel_bilag 18 SAMLET VURDERING PÅ FIRE PARAMETRE VED I DE RESPEKTIVE KVALITETER

Prøve	A	B	C	D	E	F	G
	Komprimeret dagrenovation						
Indhold	Kildesorteret	Rent	Let-kontamineret	Beskidt	Blandet	Kildeopdelt	Semikomprimeret
Arbejds-miljø	God	God	Ok	Meget ringe	Meget ringe	God	Ok
Afsætning spris	Ok	Ringe	Ringe	Meget ringe	Meget ringe	Ringe	Ringe
Egnethed til genanvendelse	Ok	Ok	Ringe	Meget ringe	Meget ringe	Ok	Ok
Miljø-belastning	God	Ok	Ringe	Ringe	Ringe	Ok	Ringe/Ok

Tabel_bilag 18 viser, at de fleste prøver overordnet er af en dårlig kvalitet.

For prøverne B, C, D, E og G er en af grundene til det lave kvalitetsniveau den relativt store kontaminering, der kræver store ressourcer at behandle i form af vask. Kontamineringen betyder ikke så meget for arbejdsmiljøet, da en behandling vil foregå mekanisk.

For den lave kvalitet i alle prøverne gælder også, at de indeholder forskellige plasttyper. Det betyder, at de skal eftersorteres og det resulterer i en relativ høj andel af reject.

Dette påvirker efterfølgende afsætningsprisen samt mulighederne for genanvendelse -ikke mindst, fordi de fleste plastemballager har været i kontakt med fødevarer.

³⁵ Denne prøve bestod af metal, glas og hård plast

3.6 Billeder af syv prøver med hård plast



BILLEDE 15 PRØVE A, KILDESORTERET HÅRD PLAST



BILLEDE 16 PRØVE B, RENT KOMPRIMERET HÅRD PLAST



BILLEDE 17 PRØVE C, LET-KONTAMINERET KOMPRIMERET HÅRD PLAST



BILLEDE 18 PRØVE D, KONTAMINERET KOMPRIMERET HÅRD PLAST



BILLEDE 19 PRØVE E, BLANDET KOMPRIMERET HÅRD PLAST



BILLEDE 20 PRØVE F, KILDEOPDELT GLAS, METAL OG HÅRD PLAST



BILLEDE 21 PRØVE G, BLANDET SEMIKOMPRIMERET HÅRD PLAST

Bilag 4: Metal

4.1 Kriterier

Metal har kvaliteter som er anderledes end de andre undersøgte materialer. Metal er robust og samtidigt inert, hvilket betyder, at det typisk ikke reagerer med andre materialer i affaldet. 'Metal' taber således ikke nævneværdigt i værdi ved at have været i kontakt med restaffaldet.

Kontaminering fra organisk affald påvirker ikke metallets kvaliteter ift. genanvendelse. Samtidig er metal relativt let at udsortere via magnetromler og hvirvelstrømsteknologi, hvor specielt aluminium er nemt at sortere fra³⁶.

Det er sparsomt med litteratur, der beskæftiger sig med kvalitet af 'metal' i restaffald. Det er dog erfaret, at der kan opstå sygdomsfremkaldende komplikationer som følge af den biologiske nedbrydning, der sker af de organiske materialer, der er hæftet sig på metallet.

Da 'metal' ofte bliver shreddet i forbindelse med udsortering, påvirker sammensatte materialer af metal og andre materialer, som fx en stålpande med et plastbelagt håndtag, ikke nævneværdigt kvaliteten af metallet.

4.2 Undersøgelsen

Undersøgelsens design er beskrevet i hovedrapportens kapitel 2.

Det drejer sig om følgende prøver (billeder af prøverne er indsat sidst i dette bilag).

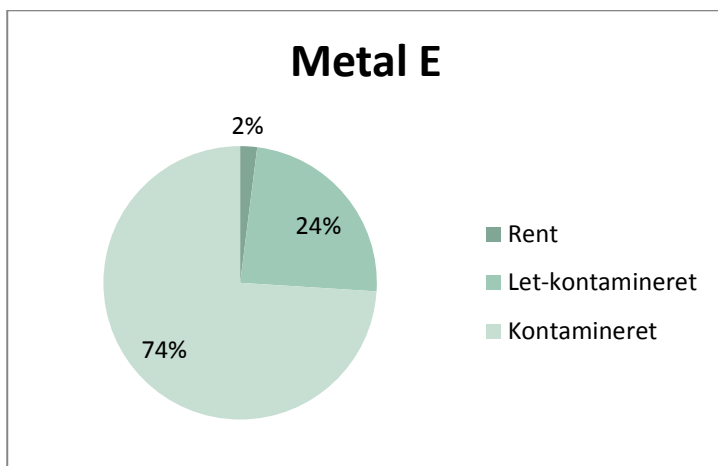
Prøve	A	B	C	D	E	F	G
		Komprimeret dagrenovation					
Indhold	Kildesorteret	Rent	Let-kontamineret	Beskidt	Blandet	Kildeopdelt ³⁷	Semikomprimeret

TABEL_BILAG 19 OVERSIGT OVER PRØVER

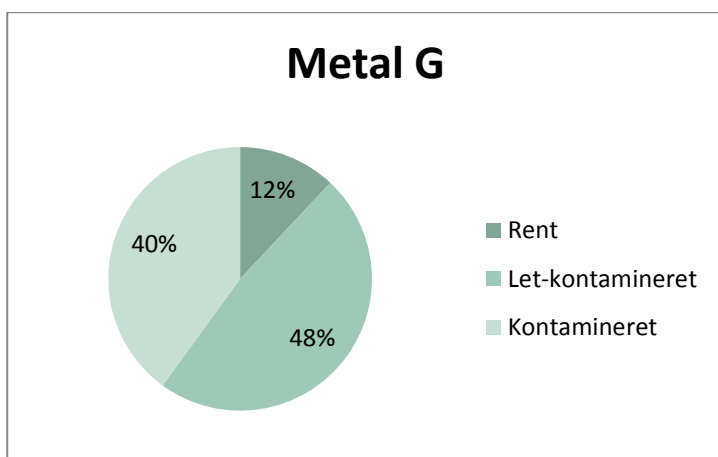
Prøve E og G er sammensat, således at prøverne indeholder den procentvise korrekte fordeling mellem 'rent', 'let-kontamineret' og 'beskidt'. Se mere om kontamineringen af 'metal' fundet i restaffald i afsnit 2.3.

³⁶ Eisted, Rasmus. Screening af teknologier til eftersortering af kildesorteret forbrændingseget affald, Rambøll, 2014.

³⁷ Denne prøve bestod af metal, glas og hård plast



FIGUR_BILAG 7 PROCENTFORDELING AF KONTAMINERING AF METAL FUNDET I KOMPRIMERET RESTAFFALD



FIGUR_BILAG 8 PROCENTFORDELING AF KONTAMINERING AF METAL FUNDET I SEMIKOMPRIMERET RESTAFFALD

Tre specialister inden for afsætning og oparbejdning af metalaffald har bedømt kvaliteten af de 7 forskellige prøver af metalaffald. Bedømmelsen er baseret på 4 forskellige parametre hhv. arbejdsmiljø, egnethed til genanvendelse, afsætning og miljøbelastning.

Store dele af metallet fundet i restaffaldet var af typen metalfolie (sølvpapir), svarende til 10 % af den samlede mængde af metal i restaffaldet. På grund af metalfoliers lette vægt, vil denne blive sorteret fra som reject i et sorteringsanlæg og er derfor meget vanskelig at genanvende.

4.3 Vurderinger

De tre specialister har undersøgt og givet deres vurderinger af kvaliteten af de forskellige metalprøver i forhold til de opstillede parametre.

4.3.1 Arbejdsmiljø

Prøve	A	B	C	D	E	F	G	
		Komprimeret dagrenovation						
Indhold	Kildesorteret	Rent	Let-kontamineret	Beskidt	Blandet	Kildeopdelt ³⁸	Semikomprimeret	
Arbejdsmiljø	God	God	Ok	Ok	Meget Ringe	Ok	Ok	

TABEL_BILAG 20 VURDERING AF ARBEJDSMILJØ VED HÅNDBLING AF METALAFFALD I DE RESPEKTIVE KVALITETER

Prøve A, B vurderes alle at have en kvalitet, der gør at metallet kan genanvendes uden yderligere forholdsregler for arbejdsmiljøet end de foranstaltninger, der allerede er iværksat.

Da metal ofte har en længere henstillingstid (lagerophold) inden det bliver sendt til oparbejdning, har prøverne D, E og G indflydelse på arbejdsmiljøet, da kontamineringen medfører patogene bakterier, rotter og luftgener.

Prøve F kræver en manuel forsørgelse inden denne kan genanvendes, hvilket påvirker det fysiske arbejdsmiljø en smule.

4.3.2 Afsætningspris

Prøve	A	B	C	D	E	F	G	
		Komprimeret dagrenovation						
Indhold	Kildesorteret	Rent	Let-kontamineret	Beskidt	Blandet	Kildeopdelt ³⁹	Semikomprimeret	
Afsætningspris	God	God	God	Ok	Ok	Ok	Ok	

TABEL_BILAG 21 VURDERING AF AFSÆTNINGSPRIS VED HÅNDBLING AF METALAFFALD I DE RESPEKTIVE KVALITETER

Da Prøve A, B og C ikke er meget kontaminerede og der ikke skal bruges ekstra ressourcer på at vaske materialerne, opnår de den største afsætningspris.

Prøve D og E er relativt dårlige, men kan dog afsættes, hvor Prøve G er en smule bedre. Dette kan skyldes, at der er 12 % rent metal i prøve G og kun 2 % rent metal i prøve E, jf. Tabel 2-2 og Tabel 2-3.

Fordi der skal bruges ekstra energi til at sortere metallet fra i prøve F, er afsætningsprisen bedømt relativt lav. Dette hænger endvidere sammen med, at en blandet metal- og glasfraktion sænker kvaliteten af metallet, når små glasskår kan sætte sig fast i metallet.

³⁸ Denne prøve bestod af metal, glas og hård plast

³⁹ Denne prøve bestod af metal, glas og hård plast

4.3.3 Egnethed til genanvendelse

Prøve	A	B	C	D	E	F	G	
	Komprimeret dagrenovation							
Indhold	Kildesorteret	Rent	Let-kontamineret	Beskidt	Blandet	Kildeopdelt ⁴⁰	Semikomprimeret	
Egnethed til genanvendelse	God	God	God	Ok	Ok	God	Ok	

TABEL_BILAG 22 VURDERING AF EGNETHED TIL GENANVENDELSE VED HÅNDBLING AF METALAFFALD I DE RESPEKTIVE KVALITETER

Da jern og metal er relative hårdføre materialer er disse mere egnede til genanvendelse i forhold til de andre undersøgte materialer. Her er det primært mængden af alufolie i de forskellige prøver, der trækker genanvendelses-procenten ned, da folie eventuelt vil blive sorteret fra som reject i oparbejdningsprocessen.

Prøverne A, B C og F er meget egnede til genanvendelse, hvor prøve D, E og G's kvaliteter er noget ringere, fordi de indeholder en del organisk materiale.

4.3.4 Miljøbelastning (ressourcetræk)

Prøve	A	B	C	D	E	F	G	
	Komprimeret dagrenovation							
Indhold	Kildesorteret	Rent	Let-kontamineret	Beskidt	Blandet	Kildeopdelt ⁴¹	Semikomprimeret	
Miljøbelastning	God	God	Ok	Ringe	Ringe	Ok	Ringe	

TABEL_BILAG 23 VURDERING AF MILJØBELASTNING VED HÅNDBLING AF METALAFFALD I DE RESPEKTIVE KVALITETER

Prøverne A og B har en renhed der gør at de er nemme at (mekanisk/manuelt) udsortere og umiddelbare behandlingsklare. Dette kræver ikke ekstra behandling og medfører dermed ikke nogen miljøbelastning.

Prøve C skal shreddes inden sortering, hvilket presser denne kategori både på pris og miljø. Dette gør sig også gældende for prøve F, der kræver en forsøring inden denne kan behandles.

Prøverne D, E og G kræver alle en form for vask, førend en oparbejder vil modtage dem til behandling.

⁴⁰ Denne prøve bestod af metal, glas og hård plast

⁴¹ Denne prøve bestod af metal, glas og hård plast

4.4 Konklusion og diskussion

Prøve	A	B	C	D	E	F	G	
	Komprimeret dagrenovation							
Indhold	Kildesorteret	Rent	Let-kontamineret	Beskidt	Blandet	Kildeopdelt ⁴²	Semikomprimeret	
Arbejds-miljø	God	God	Ok	Ok	Meget Ringe	God	Ok	
Afsætning spris	God	God	God	Ok	Ok	Ok	Ok	
Egnethed til genanvendelse	God	God	God	Ok	Ok	God	Ok	
Miljø-belastning	God	God	Ok	Ringe	Ringe	Ok	Ringe	

4.5 Tabel_bilag 24 Samlet vurdering på fire parametre ved håndtering respektive kvaliteter

Prøve	A	B	C	D	E	F	G	
	Komprimeret dagrenovation							
Indhold	Kildesorteret	Rent	Let-kontamineret	Beskidt	Blandet	Kildeopdelt	Semikomprimeret	
Arbejds-miljø	God	God	Ok	Ok	Meget Ringe	God	Ok	
Afsætning spris	God	God	God	Ok	Ok	Ok	Ok	
Egnethed til genanvendelse	God	God	God	Ok	Ok	God	Ok	
Miljø-belastning	God	God	Ok	Ringe	Ringe	Ok	Ringe	

Tabel_bilag 24 viser, at prøverne A og B er af en god kvalitet for alle parametre.

Prøverne C og F er knap så gode, men stadig af en god genanvendelighed, der dog kræver noget forbehandling inden afsætning, hvilket påvirker prisen og miljøbelastningen.

Prøverne D, E og G befinder sig alle i den nedre ende af kvalitetshierarkiet hvad angår genanvendelighed. Disse prøver er dog vurderet til at have et genanvendeligheds-potentiale, hvorimod forarbejdning af disse resulterer i en større miljøbelastning.

Som vist i Tabel 2-2, så udgør prøve B, den rene mængde, kun 2 % af den samlede mængde af jern og metal i det komprimerede restaffald og udgør dermed en minimal mængde af det samlede billede. Mængden af rent metal i restaffaldet kan øges til op mod ca. 12 % hvis affaldet komprimeres mindre jf. Tabel 2-3. Ved at komprimerer affaldet mindre, falder mængden af kontamineret 'metal' endvidere fra 74 % til 40 %.

Det er dog jf. Tabel_bilag 20 arbejdsmiljøet, der udgør en forskel mellem komprimeret og semikomprimeret affald.

⁴² Denne prøve bestod af metal, glas og hård plast

Flere eksperter nævnte i forbindelse med denne fraktion, at det er uproblematisk at udvinde det meste af metallet som forbrændingsjern fra slaggen. Derfor giver det pga. kontamineringen fra restaffaldet for disse eksperter mest mening at udvinde forbrændingsjernet direkte fra slaggen.

Samtidig spiller økonomi en stor rolle for genvindingsindustrien. Vedrørende oparbejdning af de mere kontaminede metalfraktioner kan udgifterne til at vaske og behandle disse ikke måle sig med de indtægter, der kan opnås ved at udvinde metallet fra slaggen. Det er et andet incitament til at køre det gennem ovnen først.

4.6 Billeder af syv prøver med metal

Billeder af de forskellige prøver



BILLEDE 22 PRØVE A, KILDESORTERET METAL



BILLEDE 23 PRØVE B, RENT KOMPRIMERET METAL



BILLEDE 24 PRØVE C, LET-KONTAMINERET KOMPRIMERET METAL



BILLEDE 25 PRØVE D, KONTAMINERET KOMPRIMERET METAL



BILLEDE 26 PRØVE E, BLANDET KOMPRIMERET METAL



BILLEDE 27 PRØVE F, KILDEOPDELT GLAS, METAL OG HÅRD METAL



BILLEDE 28 PRØVE G, BLANDET SEMIKOMPRIMERET METAL

Bilag 5: Pap

5.1 Kriterier

Kvaliteterne af 'pap' minder om 'papir'-fraktionen, da genanvendelsesprocessen er den samme. Der benyttes således en pulpproces hvor cellulosen (fibrene) bliver trukket ud af det genanvendelige pap og brugt til fremstillingen af nye papprodukter.

Problemstillingen vedrørende papkvaliteter er derfor i store træk identisk med forholdene for 'papir'. En forskel mellem de to materialer er dog at 'pap' som emballagemateriale godt kan være af en dårligere kvalitet, da det ofte bliver coated af andre laminater.

End of Waste direktivet behandler problemstillingen om hvornår 'papir' kan genanvendes eller klassificeres som affald. Det antages, at de samme forhold gælder for 'pap'.

'Almost any type of waste paper can be recycled, but processing is hindered or even made impossible if waste paper has been in direct contact with other waste, most notably hazardous waste, health care waste, household waste, or food waste, or if waste paper contains materials that are difficult to separate, e.g. oil, or adhesives. Therefore, paper mills generally consider essential that waste paper comes from sources where it is kept separate from the mentioned waste types, as contaminated papers are not acceptable for paper manufacturing both for technical reasons (waste contaminants are difficult to remove as equipment is not prepared to receive it) and health and safety reasons (presence of pathogens and odors)'.⁴³

Pap, der er kontamineret af dele fra restaffaldet, er således ikke genanvendeligt ifølge End of Waste direktivet, da oparbejdningsindustrien ikke kan udsortere de organiske materialer fra fibrene. Endvidere er der sundhedsmæssige risici ved at arbejde med kontamineret pap, da forrådnelsesprocessen af disse fremkalder patogener og endotoxiner.

5.2 Undersøgelsen

Undersøgelsens design er beskrevet i hovedrapportens kapitel 2.

Det drejer sig om følgende prøver:

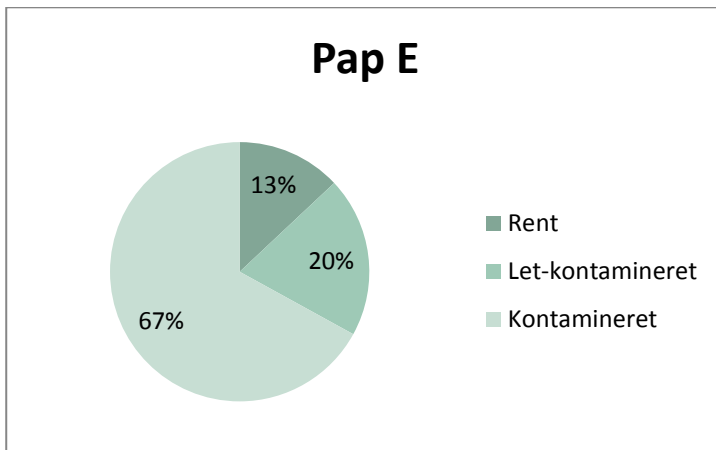
Prøve	A	B	C	D	E	F	G
		Komprimeret dagrenovation					
Indhold	Kildesorteret	Rent	Let-kontamineret	Beskidt	Blandet	Kildeopdelt ⁴⁴	Semikomprimeret

TABEL_BILAG 25 OVERSIGT OVER PRØVER

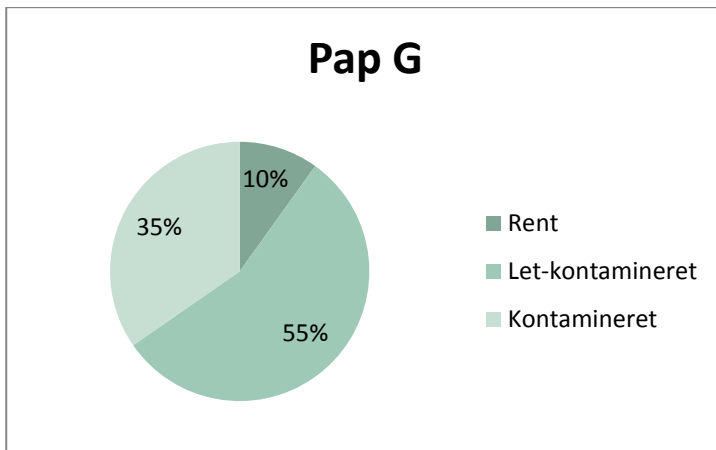
Prøve E og G er sammensat således at prøverne indeholder den procentvise korrekte fordeling mellem 'rent', 'let-kontamineret' og 'beskidt'. Se mere om kontamineringen af 'pap' fundet i restaffald i afsnit 2.3.

⁴³ Eder & Villanueva, End-of-waste criteria for waste paper: Technical proposals, 2011:21

⁴⁴ Denne prøve bestod af blød plast, pap og papir



FIGUR_BILAG 9 PROCENTFORDELING AF KONTAMINERING AF PAP FUNDET I KOMPRIMERET RESTAFFALD



FIGUR_BILAG 10 PROCENTFORDELING AF KONTAMINERING AF PAP FUNDET I SEMIKOMPRIMERET RESTAFFALD

Specialister i genvindingsindustrien har bedømt kvaliteten af de 7 forskellige papprøver. Bedømmelsen er baseret på 4 forskellige parametre hhv. arbejdsmiljø, egnethed til genanvendelse, afsætning og miljøbelastning.

Der er i sammensætningerne af papprøverne inkluderet emballager af typen 'Tetrapak', da disse udgør en relativ stor mængde af papdelen i restaffaldet. I bedømmelserne er 'Tetrapak' anslået som et reject i genanvendelsesprocessen.

5.3 Vurderinger

Tre specialister har undersøgt og givet deres vurderinger af kvaliteten af de forskellige prøver i forhold til de opstillede parametre.

5.3.1 Arbejdsmiljø

Prøve	A	B	C	D	E	F	G	
	Komprimeret dagrenovation							
Indhold	Kildesorteret	Rent	Let-kontamineret	Beskidt	Blandet	Kildeopdelt ⁴⁵	Semikomprimeret	
Arbejdsmiljø	God	God	Ok	Meget ringe	Meget Ringe	God	Meget ringe	

TABEL_BILAG 26 VURDERING AF ARBEJDSMILJØ VED HÅNDBLING AF PAPAFFALD I DE RESPEKTIVE KVALITETER

Prøve A, B og F har alle en god kvalitet og kan genanvendes uden yderligere arbejdsmiljømæssige foranstaltninger, end hvad der allerede er etableret i produktionen i dag.

Ligesom med papir betyder kontamineringen fra restaffaldet, at Prøve D, E og G er så kontaminerede, at ingen fra genvindingsindustrien ønsker at modtage disse på deres anlæg.

Prøve C kan i visse tilfælde godt bruges til genanvendelsen på trods af, at graden af kontaminering forringer arbejdsmiljøet.

5.3.2 Afsætningspris

Prøve	A	B	C	D	E	F	G	
	Komprimeret dagrenovation							
Indhold	Kildesorteret	Rent	Let-kontamineret	Beskidt	Blandet	Kildeopdelt ⁴⁶	Semikomprimeret	
Afsætningspris	God	God	God/Ringe	Meget Ringe	Meget Ringe	Ok	Meget Ringe	

TABEL_BILAG 27 VURDERING AF AFSÆTNINGSPRIS VED HÅNDBLING AF PAPAFFALD I DE RESPEKTIVE KVALITETER

Prøverne A og B adskiller sig fra de andre prøver, ved at de begge ikke er kontamineret af restaffaldet. Dette bevirker at prisen for disse to prøver ikke er reduceret.

Da prøve F skal sorteres for at få pappet adskilt fra papiret og plastfolien har denne en lavere afsætningspris.

Der er bred enighed om, at det bedste vil være at bruge prøve D, E og G til energiudnyttelse. Prisen for disse vil således være forbrændingsprisen plus omkostning til transport.

Prøve C er der uenighed om, bl.a. på grund af indholdet – hvor der i denne prøve er en del pap, der er plast-coatet og derfor ikke har den store afsætningsværdi. En specialist mener dog, at det er nemt manuelt at sortere pap fra, og at afsætningsprisen ikke afviger meget fra prøve B.

En af de afgørende faktorer i forhold til afsætningsprisen er mængden af fugt samt anvendelsesmulighederne for pappet. Pappet i prøverne, som kan genanvendes bliver ofte til brunt eller gråt mellemlagspap, som har en lav produktpris. Det skyldes, at der i restaffaldet kommer

⁴⁵ Denne prøve bestod af blød plast, pap og papir

⁴⁶ Denne prøve bestod af blød plast, pap og papir

meget forskelligt pap i forskellige farver. Pappet kan dog godt farvesorteres. Det er en dyr løsning men giver en bedre afsætningspris.

5.3.3 Egnethed til genanvendelse

Prøve	A	B	C	D	E	F	G	
	Komprimeret dagrenovation							
Indhold	Kildesorteret	Rent	Let-kontamineret	Beskidt	Blandet	Kildeopdelt ⁴⁷	Semikomprimeret	
Egnethed til genanvendelse	God	God	Ok	Meget ringe	Meget Ringe	God	Meget ringe	

TABEL_BILAG 28 VURDERING AF EGNETHED TIL GENANVENDELSE VED HÅNDTERING AF PAPAFFALD I DE RESPEKTIVE KVALITETER

Prøve A, B og F er egnede til genanvendelse pga. deres rene kvalitet. Fordi der er en del Tetrapak-emballage i prøve C, skal disse først sorteres ud, førend pappet heri kan genanvendes. Tetrapak-emballagen kan, med den teknik der benyttes i dag, således ikke genanvendes⁴⁸.

Prøve D, E og G er alle for kontaminerede til at et oparbejdningsanlæg vil modtage dem og de er derfor ikke egnede til genanvendelse.

5.3.4 Miljøbelastning (ressourcetræk)

Prøve	A	B	C	D	E	F	G	
	Komprimeret dagrenovation							
Indhold	Kildesorteret	Rent	Let-kontamineret	Beskidt	Blandet	Kildeopdelt ⁴⁹	Semikomprimeret	
Miljøbelastning	God	God	God	Ringe	Ringe	God	Ringe	

TABEL_BILAG 29 VURDERING AF MILJØBELASTNING VED HÅNDTERING AF PAPAFFALD I DE RESPEKTIVE KVALITETER

Anvendelse af prøve A, B, C medfører ingen yderligere miljøbelastning. Et sorteringsanlæg skal bruge en smule ekstra energi på at udsortere prøve F.

Prøverne D, E og G vil belaste miljøet mindst ved forbrænding, i forhold til de ressourcer, der skal tilføres hvis prøverne skal oparbejdes.

Ligesom ved 'papir' spiller fugt også en rolle for papfraktionen. Jo mere fugt, jo flere ressourcer skal der benyttes til transport, da der skal bruges mere brændstof pr. fiber, hvilket samtidig belaster miljøet.

⁴⁷ Denne prøve bestod af blød plast, pap og papir

⁴⁸ Dog arbejder et anlæg i Spanien på at kunne genanvende Tetrapak elementer

⁴⁹ Denne prøve bestod af blød plast, pap og papir

5.4 Konklusion og diskussion

Prøve	A	B	C	D	E	F	G
	Komprimeret dagrenovation						
Indhold	Kildesorteret	Rent	Let-kontamineret	Beskidt	Blandet	Kildeopdelt ⁵⁰	Semikomprimeret
Arbejds-miljø	God	God	Ok	Meget ringe	Meget Ringe	God	Meget ringe
Afsætning spris	God	God	God/Ringe	Meget Ringe	Meget Ringe	Ok	Meget Ringe
Egnethed til genanvendelse	God	God	Ok	Meget ringe	Meget Ringe	God	Meget ringe
Miljø-belastning	God	God	God	Ringe	Ringe	God	Ringe

TABEL_BILAG 30 SAMLET VURDERING PÅ FIRE PARAMETRE VED HÅNDBETINGET AF PAPAFFALD I DE RESPEKTIVE KVALITETER

Prøve A, B og F er alle sammen attraktive pga. deres genanvendelighed. Hertil skal nævnes, at der kun er 10 – 13 % rent pap i selve restaffaldet, hvilket indikerer, at den kildesorterede prøve A, har en højere værdi på grund af den store mængde der bliver udsorteret som rent pap.

Prøve C har visse kvaliteter hvad angår prøvens genanvendelighed, men i forhold til de to kildesorterede prøver (A og F) er pappet fra denne prøve mere omkostningsfyldt at behandle, da rejected er større ved pulpingen.

De mest kontaminede prøver D, E og G er alle af en så dårlig kvalitet, at specialisterne råder til at de bliver energiudnyttet. Modtageranlæggene må ikke modtage dem (pga. kontamineringen fra fødevarer) og ser man bort fra dette lovkrav, er behandlingsomkostningerne for at oparbejde materialerne via forsoring og pulping samtidig langt højere end den pris, de kan afsættes til.

En del af det pap, der forekommer i restaffaldet, er emballagepap fra morgenmadsprodukter (cornflakes), mælk og juice, eller fra færdigretter mm. De fleste af disse indeholder en plastic-coating, der mindsker materialets genanvendelighed og stiller større krav til sorteringsanlæggenes behandling.

Endvidere er det en meget lille del af pappet, som har en kvalitet der er god nok til direkte genanvendelse. En stor del af det pap som findes i restaffaldet bliver nemt kontamineret og fugtigt pga. dets absorberingsevne. Papfibre modtager og afgiver duft og smag til andre materialer: Det begrænser anvendelsesmulighederne af pap, der har været i kontakt med restaffald.

Specialister fra genvindingsindustrien mener, at de fleste husholdninger i Danmark er rigtig gode til at sortere 'pap' fra restaffaldet til genanvendelse. Den mængde pap, der ender i restaffaldet, er relativ lille og ikke specielt interessant som genanvendelsesmateriale.

⁵⁰ Denne prøve bestod af blød plast, pap og papir

5.5 Billeder af syv prøver med pap

Billeder af de forskellige prøver



BILLEDE 29 PRØVE A, KILDESORTERET PAP



BILLEDE 30 PRØVE B, RENT KOMPRIMERET PAP



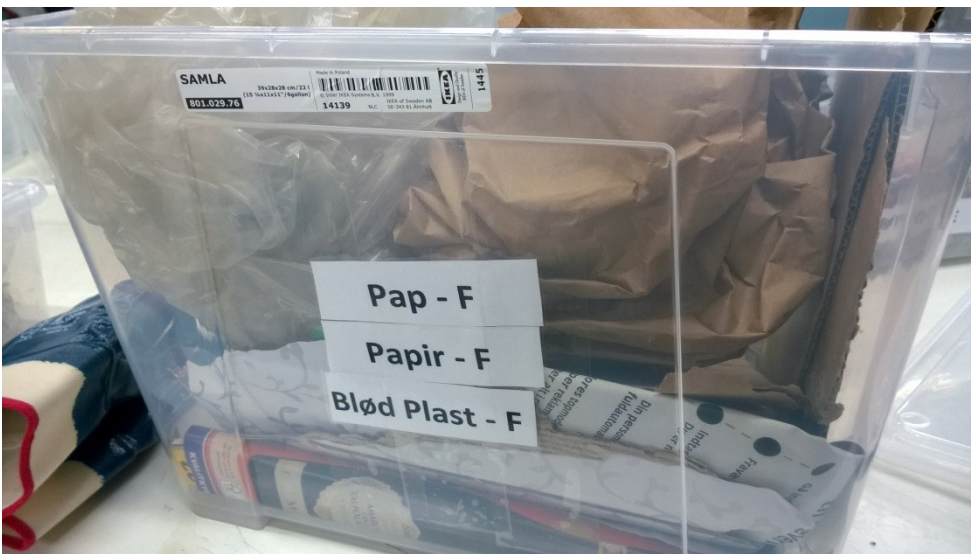
BILLEDE 31 PRØVE C, LET-KONTAMINERET KOMPRIMERET PAP



BILLEDE 32 PRØVE D, KONTAMINERET KOMPRIMERET PAP



BILLEDE 33 PRØVE E, BLANDET KOMPRIMERET PÅP



BILLEDE 34 PRØVE F, KILDEOPDELT BLØD PLÅST, PÅPİR OG PÅP



BILLEDE 35 PRØVE G, BLANDET SEMIKOMPRIMERET PÅP

Bilag 6: Papir

'Papir'- og 'pap'-fraktionernes genanvendelighed minder meget om hinanden, da genanvendelsesprocessen er den samme. Der benyttes således en pulpproces hvor cellulosen (fibrene) bliver trukket ud af det genanvendelige papir og brugt til fremstillingen af nye papirprodukter.

6.1 Kriterier

End of Waste direktivet behandler problemstillingen om hvornår papir kan genanvendes: *'Almost any type of waste paper can be recycled, but processing is hindered or even made impossible if waste paper has been in direct contact with other waste, most notably hazardous waste, health care waste, household waste, or food waste, or if waste paper contains materials that are difficult to separate, e.g. oil, or adhesives. Therefore, paper mills generally consider essential that waste paper comes from sources where it is kept separate from the mentioned waste types, as contaminated papers are not acceptable for paper manufacturing both for technical reasons (waste contaminants are difficult to remove as equipment is not prepared to receive it) and health and safety reasons (presence of pathogens and odours).'*⁵¹

Direktivet klassificerer således 'papir', der har været i kontakt med dagrenovationsaffald, som ikke-genanvendeligt. Denne anmærkning bygger dels på at det er teknisk svært at udsortere, dels på de sundhedsmæssige problemstillinger i form af tilstedeværelsen af sygdomsfremkaldende organismer (patogene elementer).

6.2 Undersøgelsen

Undersøgelsens design er beskrevet i hovedrapportens kapitel 2.

Det drejer sig om følgende prøver.

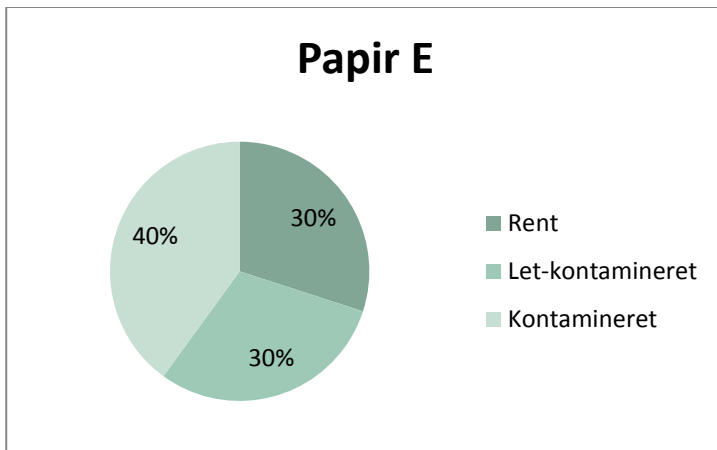
Prøve	A	B	C	D	E	F	G
		Komprimeret dagrenovation					
Indhold	Kildesorteret	Rent	Let-kontamineret	Beskidt	Blandet	Kildeopdelt ⁵²	Semikomprimeret

TABEL_BILAG 31 OVERSIGT OVER PRØVER

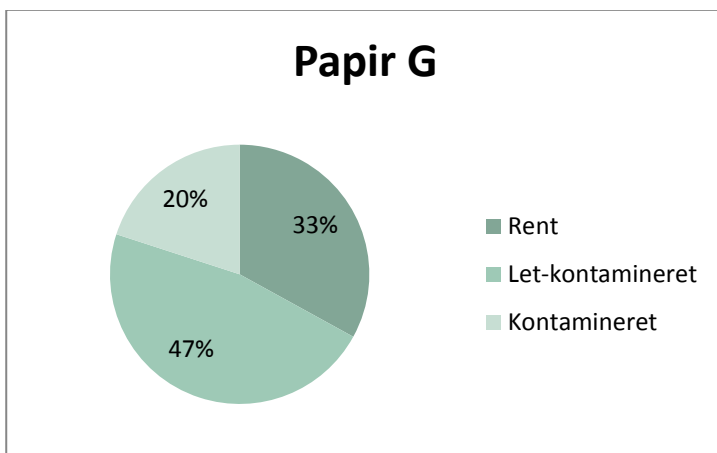
Prøve E og G er sammensat, således at prøverne indeholder den procentvise korrekte fordeling mellem 'rent', 'let-kontamineret' og 'beskidt' papir. Se mere om kontamineringen af 'papir' fundet i restaffald i afsnit 2.3.

⁵¹ Eder & Villanueva, End-of-waste criteria for waste paper: Technical proposals,2011:21

⁵² Denne prøve bestod af blød plast, pap og papir



FIGUR_BILAG 11 PROCENTFORDELING AF KONTAMINERING AF PAPIR FUNDET I KOMPRIMERET RESTAFFALD



FIGUR_BILAG 12 PROCENTFORDELING AF KONTAMINERING AF PAPIR FUNDET I SEMIKOMPRIMERET RESTAFFALD

Der er taget kontakt til en række specialister i genvindingsindustrien for at bede dem bedømme kvaliteten af de 7 forskellige papirprøver. Bedømmelsen er baseret på 4 forskellige parametre hhv. arbejdsmiljø, egnethed til genanvendelse, afsætning og miljøbelastning.

6.3 Vurderinger

Fire specialister har undersøgt og givet deres vurderinger af kvaliteten af de forskellige prøver.

6.3.1 Arbejdsmiljø

Prøve	A	B	C	D	E	F	G	
	Komprimeret dagrenovation							
Indhold	Kildesorteret	Rent	Let-kontamineret	Beskidt	Blandet	Kildeopdelt ⁵³	Semikomprimeret	
Arbejdsmiljø	God	Ok	Ok	Meget Ringe	Meget Ringe	God	Meget Ringe	

TABEL_BILAG 32 VURDERING AF ARBEJDSMILJØ VED HÅNDBLING AF PAPIRAFFALD I DE RESPEKTIVE KVALITETER

Her var der overvejende enighed om, at prøverne A og F var af god kvalitet og dermed kunne genanvendes uden at belaste arbejdsmiljøet yderligere.

De andre prøver (B, C, D, E og G) vil på grund af kontamineringen fra organisk affald belaste arbejdsmiljøet yderligere. Her blev det bl.a. nævnt (som også End of Waste regulativet omtaler), at papir, der er kontamineret fra dagrenovationsaffald, ikke må oparbejdes til nyt papir.

Andre nævnte, at i et sikret arbejdsmiljø, som allerede er etableret i forbindelse med den nuværende behandling af papir i genvindingsindustrien, burde kontamineringen ikke skabe yderligere problemer for arbejdsmiljøet. Det vurderes dog, at jo større kontaminering des større udfordringer for arbejdsmiljøet. De to sammensatte prøver E og G sidestilles med prøve D som de prøver, der vil give anledning til de fleste arbejdsmiljøproblemer.

6.3.2 Afsætningspris

Prøve	A	B	C	D	E	F	G	
	Komprimeret dagrenovation							
Indhold	Kildesorteret	Rent	Let-kontamineret	Beskidt	Blandet	Kildeopdelt ⁵⁴	Semikomprimeret	
Afsætningspris	God	Ok	Meget ringe	Meget ringe	Meget Ringe	God	Ringe	

TABEL_BILAG 33 VURDERING AF AFSÆTNINGSPRIS VED HÅNDBLING AF PAPIRAFFALD I DE RESPEKTIVE KVALITETER

Her fremstår prøve A som den prøve, der har den højeste afsætningspris. Prøverne C, D, E har enten en negativ afsætningspris eller som der blev sagt: *'Det tager jeg forbrændingsprisen for'*.

Der er en lille (positiv) interesse for prøve G, som enkelte mener, har en mindre værdi pga. mængden af rent papir. Den kildeopdelte fraktion F havde samme høje afsætningspris som prøve A, med fradrag for omkostningen for at sortere papiret fra. Prøve B består af en relativ stor andel af tørringspapir, som enten har en lille – eller slet ingen værdi i genvindingsindustrien.

⁵³ Denne prøve bestod af blød plast, pap og papir

⁵⁴ Denne prøve bestod af blød plast, pap og papir

6.3.3 Egnethed til genanvendelse

Prøve	A	B	C	D	E	F	G	
	Komprimeret dagrenovation							
Indhold	Kildesorteret	Rent	Let-kontamineret	Beskidt	Blandet	Kildeopdelt ⁵⁵	Semikomprimeret	
Egnethed til genanvendelse	God	Ok	Meget ringe	Meget ringe	Ringede	God	Ringede	

TABEL_BILAG 34 VURDERING AF EGNETHED TIL GENANVENDELSE VED HÅNDBLING AF PAPIRAFFALD I DE RESPEKTIVE KVALITETER

Egnethed til genanvendelse og afsætningspris følges ofte ad. Her er alt papir i prøve A og F egnet til genanvendelse men kun dele af prøve B – som følge af mængden af aftøringspapir.

Der er delte meninger om, hvorvidt prøve E og G kan genanvendes, hvor specialisterne ser visse genanvendelsesmuligheder for den rene del af papiret i disse to prøver. Prøve C og D er ikke egnet til genanvendelse, hvor én specialist mener, at det organiske materiale fra disse prøver ikke kan adskilles fra papirfibrene under oparbejdningen. Der blev endvidere nævnt, at en mulighed er at iblande op til 10-15 % af de mere kontaminede materialer med rent hvidt sorteret papir, hvilket formentlig ikke vil få større indflydelse på pris og mulighed for afsætning.

6.3.4 Miljøbelastning (ressourcetræk)

Prøve	A	B	C	D	E	F	G	
	Komprimeret dagrenovation							
Indhold	Kildesorteret	Rent	Let-kontamineret	Beskidt	Blandet	Kildeopdelt ⁵⁶	Semikomprimeret	
Miljøbelastning	God	Ok	Meget ringe	Meget ringe	Meget ringe	God	Ok	

TABEL_BILAG 35 VURDERINGEN AF MILJØBELASTNINGEN FOR DE FORSKELLIGE PAPIRS PRØVER UDTAGER FRA FORSKELLIGE AFFALDSKILDER

Prøve A bliver generelt vurderet som mindst miljøbelastende i forhold til prøve F, der har et større energiforbrug, som anvendes i forbindelse med udsortering af fraktionerne.

Prøve B og G vil belaste miljøet noget mere, da et højere indhold af fugt betyder en vægtforøgelse og dermed større transportomkostningerne. Det blev anbefalet at anvende prøve C, D, E samt evt. G til energiudnyttelse via forbrænding.

⁵⁵ Denne prøve bestod af blød plast, pap og papir

⁵⁶ Denne prøve bestod af blød plast, pap og papir

6.4 Konklusion og diskussion

Prøve	A	B	C	D	E	F	G	
	Komprimeret dagrenovation							
Indhold	Kildesorteret	Rent	Let-kontamineret	Beskidt	Blandet	Kildeopdelt ⁵⁷	Semikomprimeret	
Arbejds-miljø	God	Ok	Ok	Meget ringe	Meget ringe	God	Meget Ringe	
Afsætning spris	God	Ok	Meget ringe	Meget ringe	Meget ringe	God	Ringe	
Egnethed til genanvendelse	God	Ok	Meget ringe	Meget ringe	Ringe	God	Ringe	
Miljø-belastning	God	Ok	Meget ringe	Meget ringe	Meget ringe	God	Ok	

TABEL_BILAG 36 SAMLET VURDERING PÅ FIRE PARAMETRE VED HÅNDTERING AF PAPIRAFFALD I DE RESPEKTIVE KVALITETER

Prøve A har den bedste kvalitet i forhold til alle opstillede parametre, efterfulgt af Prøve F, der kræver mere arbejde i form af ressourcer og energi til sortering. Herefter følger prøve B, som dog er svær/umulig at sortere ud fra andet papir i det blandede restaffald.

Prøverne fra restaffaldet viser sig endvidere at være af en dårlig kvalitet. Prøverne består endvidere af meget aftøringspapir som i forvejen er af en dårlig kvalitet. Videre er prøverne samtidig kontamineret af fødevarer, hvilket gør genanvendelsen af dem problematiske – blandt andet fordi, de begynder at nedbrydes sammen med forrådnelsen af det organiske materiale.

De to sammensatte fraktioner E og G har et lille potentiale for genanvendelse, pga. indholdet af rent papir heri.

Fugten fra kontaminationen forringer både pris og øger miljøbelastningen. Genanvendeligheden af det papir, man finder i restaffaldet, er således temmelig dårlig, da kontamineret papirmateriale i en sammenblandet papirmasse hurtigt forringer kvaliteten. Der var jf. Tabel 2-2 og Tabel 2-3, henholdsvis 40 % kontamineret papir i prøve E og 20 % kontamineret papir i prøve G, hvilket forringer samtlige kvalitetsparametre af den samlede masse.

Der skal tages højde for at det papir, der findes i restaffaldet ofte er aftøringspapir eller papir af en anden dårlig kvalitet i relation til muligheder for genanvendelse.

Papir optager endvidere meget fugt fra resten af restaffaldet og bliver derfor hurtigt problematisk i forhold til kvaliteten og der dermed afsætning.

⁵⁷ Denne prøve bestod af blød plast, pap og papir

6.5 Billeder af syv prøver med papir

Billeder af de forskellige prøver



BILLEDE 36 PRØVE A, KILDESORTERET PAPIR



BILLEDE 37 PRØVE B, RENT KOMPRIMERET PAPIR



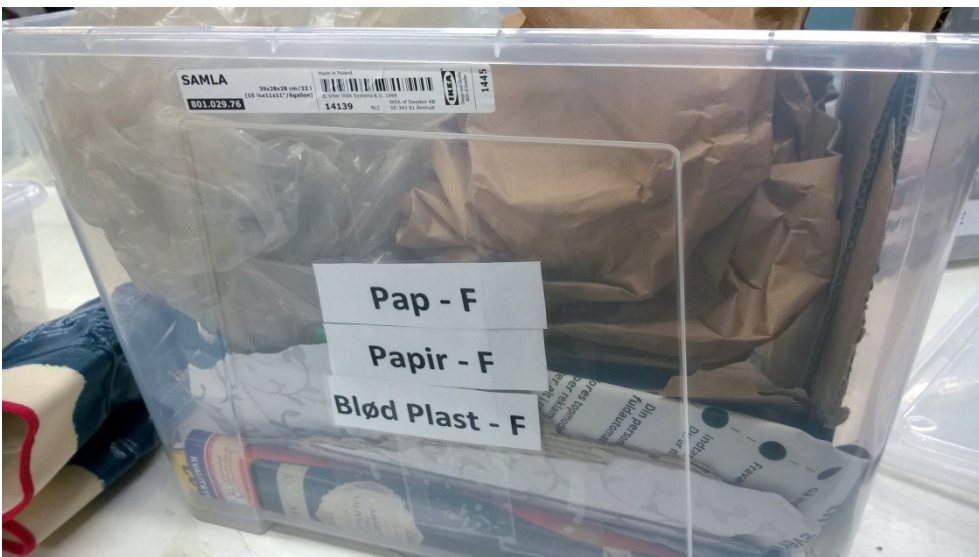
BILLEDE 38 PRØVE C, LET-KONTAMINERET KOMPRIMERET PAPIR



BILLEDE 39 PRØVE D, KONTAMINERET KOMPRIMERET PAPIR



BILLEDE 40 PRØVE E, BLANDET KOMPRIMERET PAPIR



BILLEDE 41 PRØVE F, KILDEOPDELT BLØD PLAST, PÅP OG PAPIR



BILLEDE 42 PRØVE G, BLANDET SEMIKOMPRIMERET PAPIR

Genanvendeligt affald i indsamlet dagrenovation

Formålet med projektet har været at afklare muligheden for at genanvende plast-, glas-, metal-, pap- og papiraffald, som er indsamlet som dagrenovation.

En række udvalgte eksperter har taget stilling til forskellige affaldsprøvers sammensætning ud fra fire parametre: arbejdsmiljø, afsætningspris, egnethed til genanvendelse og miljøbelastning.

Det overordnede resultat er, at 'glas' godt kan sorteres ud til genanvendelse fra blandet restaffald – uden væsentlig påvirkning af arbejdsmiljø, pris, egnethed til genanvendelse og miljøbelastninger. Det samme gælder i et vist omfang 'metal', mens der er større udfordringer for 'hård plast'. For 'blød plast', 'pap' og 'papir' vurderes der ikke at være potentiale for genanvendelse, når materialerne er indsamlet sammen med blandet restaffald.

Miljø- og Fødevareministeriet
Miljøstyrelsen

Strandgade 29
1401 København K
Tlf.: (+45) 72 54 40 00

www.mst.dk