



Miljø- og
Fødevareministeriet
Miljøstyrelsen

Genbrugsplast: Fra husholdningsaffald til husholdnings- sorteringssystem

Miljøprojekt nr. 1951

Juli 2017

Udgiver: Miljøstyrelsen

Redaktion:

Lærke Ærenlund, Fors A/S

Camilla Hay, Fors A/S

Annette Vangslev, Fors A/S

Franz Cuculiza, Aage Vestergaard Larsen A/S

Jan Bybjerg Pedersen, Schoeller Plast A/S

Bjørn Malmgren-Hansen, Teknologisk Institut

ISBN: 978-87-93614-13-0

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

Må citeres med kildeangivelse

Indhold

1.	Summary in English	4
2.	Forord	6
3.	Konklusion og sammenfatning	7
3.1	Fremme genanvendelse af plast	7
3.2	Fremme øget sortering	8
4.	Projektets problemstilling	10
5.	Afrapportering af projektets arbejdsplaner	11
5.1	Arbejdsplan 1: Indsamlingsordning for plast-affald	11
5.2	Arbejdsplan 2: Nyttiggørelse af genbrugs-plast	14
5.3	Arbejdsplan 3: Udvikling af affaldssorteringssystem af genbrugsplast	43
5.4	Arbejdsplan 4: Test af affaldssorteringssystem	66
6.	Evaluerings af projektets succeskriterier	81
7.	Vidensformidling	84
8.	Projekterevaluerings	85
9.	Bilagsoversigt	87

1. Summary in English

The project 'Recycled plastics: From household waste to waste separation system' has been carried out by Fors A/S, Aage Vestergaard Larsen A/S and Schoeller Plast Enterprise A/S and funded by the Ecoinnovation programme (MUDP) in the Danish Ministry of Environment and Food. The overall aim of the project has been to create a circular economy for plastic waste in the sense of recycling and recovering of the waste material and thereby create a market for increased uses for recycled materials in new products.

One of the main objectives in the project is to promote the sorting of plastic in Danish households, in order to increase the amount of plastic delivered to recovery facilities. In relation to the project, sorting of plastic in waste was introduced to 31,500 customers in Holbaek Municipality. Overall, Fors A/S reached an amount of 10.75 kg plastic collected per household in 2016, which is below the expected amount of 15 kg per household. While also introducing hard plastic as a separate fraction at Fors A/S recycling stations, a large increase in the amount of plastic collected was achieved.

The circular set up in the project is as follows: The utility company (Fors A/S) collects a sufficient amount of plastic waste from its customers and manually sorts it into various types of polymer. The sorted plastic is sent to a reprocessing plant (Aage Vestergaard Larsen A/S), where the plastic is divided, washed and converted into new granulate. The reprocessed plastic is sent to the manufacturer (Schoeller Plast Enterprise A/S) who uses the recycled material to produce a new product; an indoor waste separation system. The product is handed back to the same households who produced the plastic waste in the first place in order to facilitate increased sorting through visualization of waste as a resource.

To begin with, it was not in the scope of the project to sort the plastic manually into polymer types. However, as the only automatic plastic sorting facility in Denmark went bankrupt just as the project started, manual sorting was found as the most cost-effective alternative. Thus, a manual sorting facility was designed by the project partners and installed at one of Fors A/S' recycling stations.

One of the most surprising results for the project partners has turned out to be the quality of the sorted plastic waste and the production possibilities it has given. At the beginning of the project it was expected that the recycled household plastic waste would have to be mixed with other recycled plastics or perhaps even a certain percentage of virgin plastic material. But as it turned out, due to the manual plastic sorting, Schoeller Plast Enterprise A/S was able to produce the new separation systems from 100% recycled household plastic collected in Holbaek Municipality. As such, by the manual sorting in this project, household plastic waste can replace virgin material in the relation 1:1. However, the results and conclusions of manually sorted plastic is not to be considered as a final conclusion on a national scale or a recommendation of manual sorting rather than automatically. These project results should rather be seen as relevant inputs to the efforts made by many parties these years to develop automatically sorting facilities in Denmark.

The recycling of black colored plastic has been addressed separately in the project. The existing NIR technology that is used in most automatic sorting, cannot recognize black plastic due to the content of carbon black. Therefore the project included a separate study of existing technologies for sorting black plastic of various polymer types. In collaboration with the Danish Technological Institute the project partners have tested the sorting of black plastic waste from

Holbaek Municipality on demonstration plants in Germany. These plants are demonstrating equipment with new spectroscopic methods and in other wavelengths with which you can detect polymer types despite the carbon black content. The study shows that it is possible to achieve a good quality of black plastic in various polymers by test runs in these demonstration plants. Hence it can be concluded that the technology is well on the way to solving the challenge of the recycling of black plastic.

The indoor waste separation system produced during the project by recycled plastic waste has been designed by Scoeller Plast Enterprise A/S and Fors A/S. The new system has been tested by 2.000 households from Holbaek Municipality, of which a majority finds that the new separation system has made it easier for them to sort their waste. However, Fors A/S has not been able to prove any increase or improvement in the general sorting of waste among the households that has received the new separation systems. A part of the explanation for this could be that the waste costumers in Holbaek Municipality have been sorting their waste for quite a few years and are used to sorting properly.

2. Forord

Projektet 'Genbrugsplast: Fra husholdningsaffald til husholdnings-affaldssorteringssystem' er støttet af Miljø- og Fødevareministeriets Miljøteknologisk Udviklings- og Demonstrationsprogram (MUDP), som har til formål at styrke danske virksomheder i en grøn omstilling - til demonstration, udvikling og test af nye innovative miljøteknologiske løsninger.

Hovedformålet med projektet har været at skabe cirkulær økonomi for at fremme genanvendelse og nyttiggørelse af den tørre affaldsfraktion plast og skabe øgede anvendelsesmuligheder for de recirkulerede materialer i nye produkter. Projektet har været et samarbejde mellem Fors A/S (tidligere Holbæk Forsyning A/S), Aage Vestergaard Larsen A/S og Schoeller Plast Enterprise A/S. Projektet har forløbet fra opstart i december 2014 til april 2017.

Projektarbejdet er gennemført af en projektgruppe bestående af Lærke Ærenlund (projektleder og innovationskonsulent i Fors A/S), Camilla Hay (planlægger i Fors A/S), Annette Vangslev (leder af affald i Fors A/S), Franz Cuculiza (administrerende direktør hos Aage Vestergaard Larsen A/S), Jan Bybjerg Pedersen (forretningsudviklingschef hos Schoeller Plast Enterprise A/S), Eddie Shorter (udviklingschef hos Schoeller Plast Enterprise A/S) og Bjørn Malmgren-Hansen (seniorspecialist hos Teknologisk Institut).

Projektets følgegruppe har bestået af Søren Freil (Miljøstyrelsen), Niels Remtoft (Dansk Affaldsforening), Jakob Clement (Plastindustrien) og Tina Winberg (Københavns Kommune).

3. Konklusion og sammenfatning

Formålet med projektet 'Genbrugsplast: Fra husholdningsaffald til husholdnings-affaldssorteringssystem' har været at skabe cirkulær økonomi for at fremme genanvendelse og nyttiggørelsen af den tørre affaldsfraktion plast samt skabe øgede anvendelsesmuligheder for de recirkulerede materialer i nye produkter. Dette er blevet opnået ved, at et forsyningsselskab (Fors A/S) har indsamlet den tørre affaldsfraktion plast i tilstrækkelige mængder. Plasten er blevet manuelt sorteret på Fors A/S genbrugspladser i polymertyper. Herefter er plasten blevet sendt til en oparbejdningsvirksomhed (Aage Vestergaard Larsen A/S), hvor plasten er blevet genanvendt og nyttiggjort. Den oparbejdede plast er sendt til producenten (Schoeller Plast A/S), der har udnyttet det recirkulerede materiale i et nyt produkt; et indendørs affaldssorteringssystem. Produktet er blevet udleveret til forsyningsselskabets kunder for at fremme sortering via synliggørelse af affald som ressource

3.1 Fremme genanvendelse af plast

Et af projektets mål har været at fremme sortering af plast i de danske husholdninger for at skabe en øget mængde plastaffald til modtageanlæggene. Der skelnes i projektet mellem husholdningsplast og genbrugsplads-plast:

- Husholdningsplast er plast udsortet i affaldskundernes husstande og indsamlet af Fors A/S. Der er i forbindelse med projektet indført udsortering af plast i 31.500 husstande i Fors A/S indsamlingsområde. Samlet set er der indsamlet 10,75 kg per husstand i 2016, hvilket ligger under de forventede 15 kg plast per husstand.
- Genbrugspladsplast er hård plast afleveret af affaldskunderne på Fors A/S genbrugspladser. Der er indført hård plast som særskilt fraktion på Fors A/S genbrugspladser i Holbæk Kommune, hvorfor der er sket en stor stigning i mængden af indsamlet plast.

Et andet mål med projektet har været at øge genanvendelsen af den tørre affaldsfraktion plast i Danmark. For at kunne genanvende plast, skal plasten sorteres i forskellige polymertyper. Oprindeligt var det planen, at den indsamlede plast skulle sorteres automatisk på det eneste sorteringsanlæg, der fandtes i Danmark ved projektets opstart. Anlægget gik imidlertid konkurs, hvorfor der skulle findes en anden løsning. Flere løsninger blev undersøgt, og projektgruppen valgte, at manuel sortering var den mest rentable løsning. Samtidig gav manuel sortering mulighed for at undersøge, hvor god en kvalitet regenerat, der kan opnås fra hhv. genbrugsplads-indsamlet plast og udsortet plast fra husholdninger. I projektet har der været fokus på polymertyperne HD PE (02) og PP (05), som er blevet oparbejdet og genanvendt hos Aage Vestergaard Larsen A/S. Der er i alt blevet oparbejdet 6,9 ton husstandsindsamlet plast og 151,8 ton hård plast fra genbrugsplastindsamlingen.

Det oparbejdede materiale er blevet testet hos Schoeller Plast A/S for at undersøge, hvorvidt det var muligt at sprøjtestøbe nye plastemner. Her har det været en positiv overraskelse for parterne i projektet, at det viste sig, at der kunne fremstilles plastemner produceret af 100 % genanvendt husholdningsplast fra Holbæk Kommune. Ved projektstart havde det været forventningen, at den genanvendte husholdningsplast skulle blandes med anden genanvendt plastmateriale eller måske ligefrem en vis andel virgint plastmateriale. Projektgruppen havde sat et mål om, at minimum 20 % af plastmaterialet i de færdigproducerede sorteringssystemer skulle være oparbejdet plast. Ved den manuelle plastsortering er der opnået et genbrugsmateriale, der kan erstatte virgint materiale i forholdet 1:1.

Forsøg og konklusion vedrørende kvaliteten i manuelt sorteret plast skal ikke opfattes som et endegyldigt udsagn eller en anbefaling af manuel frem for automatisk sortering. Der sker stor udvikling af teknologier inden for plastsortering i disse år. Det anses ikke for usandsynligt, at der i Europa om meget kort tid vil ses automatiske sorteringsanlæg, som kan sortere i en kvalitet svarende til kvaliteten ved den manuelle sortering i Holbæk.

Fors A/S har besluttet at fortsætte med at sortere hård plast indsamlet på sine genbrugspladser efter endt projekt, da det er muligt at opnå en positiv business case ved afsætning til Aage Vestergaard Larsen A/S. Anderledes ser det ud med husholdningsplasten indsamlet hos husstandene. Aage Vestergaard Larsen A/S og den øvrige danske plastindustri kan på nuværende tidspunkt ikke modtage den sorterede husholdningsplast. Dette skyldes, at husholdningsplasten i forbindelse med projektet er blevet oparbejdet på et særligt demonstrationsanlæg med særskilt midlertidig miljøgodkendelse, da det normale produktionsudstyr hos Aage Vestergaard Larsen A/S ikke kan håndtere snavset husholdningsplast med en lav godstykkelse. Fors A/S har i forbindelse med projektet undersøgt forskellige andre afsætningsmuligheder. Undersøgelserne viste, at der ikke umiddelbart er afsætningsmuligheder til sorteret husholdningsplast i Danmark. Det skyldes bl.a., at der ikke findes vaskeanlæg til husholdningsplast i Danmark, da snavset husholdningsplast giver større udfordringer med mikroorganismer med mere, hvorfor vask er påkrævet. Dette gør samtidig, at kravene i en evt. miljøgodkendelse vil være væsentligt større end ved oparbejdning af plast fra genbrugspladsen. Der findes anlæg i Sverige og Tyskland, der kan modtage sorteret husholdningsplast, men ved afsætning i udlandet bliver transporten et væsentligt fordyrende element, hvorved der ikke kan opnås en positiv business case. Samtidig er Fors A/S plastmængder for små og spredt ud over året til at det vil være interessant for en plastoparbejder at modtage det. Da det ikke er muligt på nuværende tidspunkt at finde afsætning for den husholdningsplasten, har Fors A/S valgt ikke at fortsætte den manuelle sortering af plast fra husholdningerne efter projektets afslutning. Fors A/S indsamler dog fortsat husholdningsplast fra alle husstande i Fors A/S indsamlingsområde, men plasten afsættes i stedet på almindelige markedsvilkår.

Genanvendelse af sort plast har haft et særskilt fokus i projektet. I Danmark har en stor del af den indsamlede plast ikke kunne nyttiggøres, da NIR-teknologien, som anvendes på de fleste automatiske sorteringsanlæg, ikke kan genkende sort plast grundet indholdet af carbon black. Projektet har undersøgt muligheden for at øge nyttiggørelsen af sort genbrugsplast fra husstandsindsamlinger og genbrugspladser. Dette er sket ved at teste sortering af sort plast fra Holbæk Kommune på demonstrationsanlæg hos både Unisensor og RTT Steinerts i Tyskland i samarbejde med Teknologisk Institut. Disse virksomheder har arbejdet på udvikling af udstyr, som arbejder med nye spektroskopiske metoder og i andre bølgelængder, hvorved man kan detektere polymertypen i plast med tilsat carbon black. Forsøgene herfra viser, at det er muligt at opnå en god kvalitet af sort plast ved testkørsler på de tyske demonstrationsanlæg, hvorfor det kan konkluderes, at teknologien er godt på vej til at løse de udfordringer, den sorte plast tidligere har medført.

3.2 Fremme øget sortering

Der er i projektet blevet udviklet et indendørs affaldssorteringssystem. Systemet er udviklet i et samarbejde mellem Schoeller Plast Enterprise A/S og Fors A/S sammen med affaldskunder i Fors A/S, og er blevet testet i en storskalatest blandt 2.000 husstande i Holbæk Kommune. Evalueringen af testen viser, at 75 % af deltagere i enfamiliehuse bruger det nye sorteringssystem. 76 % af disse har i evalueringen angivet, at de er tilfredse med det nye system. 67 % af deltagerne mener samtidig, at det nye sorteringssystem har gjort det nemmere for dem at sortere deres affald, hvorfor det kan konkluderes, at udlevering af sorteringssystemer har en positiv effekt på affaldskundens brugeroplevelse.

Fors A/S har målt på mængden og sammensætningen af restaffaldet før og efter forsøget for at se på, om der kunne påvises en forbedring i sorteringsgraden i forbindelse med udlevering af sorteringssystemet. Resultaterne viser, at udlevering af indendørs materiel til affaldssortering ikke har haft nogen synlig effekt på mængden af restaffald, hvor der heller ikke kan påvises nogen ændring i sammensætningen. Dette ændrer dog ikke på det forhold, at forsøget kan have ændret på andre affaldsstrømme – fx på det affald affaldskunderne afleverer på genbrugspladsen. Hertil skal det pointeres, at den samlede mængde restaffald ligger lavt i forhold andre kommunale indsamlingsordninger, hvilket blandt andet kan skyldes, at affaldskunderne i Holbæk Kommune er blevet vænnet til at skulle sortere sit affald gennem en årrække, samt at der er vægtbaseret afregning for indsamlet bio- og restaffald i Fors A/S indsamlingsområde. De nye indendørs sorteringssystemer har derfor ikke i sig selv givet affaldskunderne et yderligere incitament til at sortere deres affald.

Fors A/S valgte i tillæg til storskalatesten at igangsætte et ekstra forsøg med udlevering af overskydende spande fra storskalatesten til frivillige testdeltagere. Da storskalatesten var 'på-tvunget', var det interessant at finde ud af, om tilfredsheden samt brugen af systemet var anderledes hos de brugere, som selv efterspurgte det. Der blev udleveret sorteringssystemer til 102 frivillige testdeltagere, der vurderede sorteringssystemet i et spørgeskema. Undersøgelsen viste, at hele 94 % af de adspurgte deltagere her brugte sorteringssystemet, hvilket er langt højere end blandt de øvrige deltagere. Tilfredsheden med sorteringssystemet lå på 60 % blandt de frivillige deltagere, hvilket til gengæld er lavere end blandt deltagerne i storskalatesten. Der er imidlertid en langt større svarprocent blandt de frivillige deltagere, mens spørgeskemaerne omkring tilfredshed fra storskalatesten er målrettet dem, der bruger systemet, hvorfor dem, der er utilfredse allerede er sorteret fra. Det er derfor Fors A/S overbevisning, at udlevering af sorteringssystemer skal gøres frivilligt, og at modtagerne selv skal kunne vælge størrelse og antal af spande, da systemerne i så fald vil være målrettet deres specifikke behov, hvorved der bør opnås den størst mulige effekt.

Det er i projektet blevet påvist, at der i kommunalfuldmagten er en gråzone i forhold til at Forsyningsselskaber udleverer indendørs affaldssorteringssystemer. Da udleveringen af sorteringssystemer ikke kan påvise en væsentlig effekt i forhold til udvikling af affaldsmængder i testområder, så vurderer Fors A/S, at det ikke er lovligt for virksomheden at udlevere systemer til de resterende affaldskunder i Holbæk Kommune. Dette understøttes af, at der i Fors A/S indsamlingsområde har været udsortering af flere affaldsfraktioner i mange år, hvorfor mange kunder allerede har velfungerede løsninger i hjemmet. Fors A/S ser til gengæld et stort potentiale for udlevering af indendørs sorteringssystemer hos kommuner, der står overfor at skulle indføre udsortering af nye affaldsfraktioner, såsom fx Roskilde og Lejre Kommune. Her vurderes det, at sorteringssystemet vil have en væsentlig større effekt på både sorteringsgrad og brugeroplevelse, hvis systemet udleveres samtidig med, at affaldskunderne introduceres til nye fraktioner.

4. Projektets problemstilling

Regeringens ressourcestrategi for affaldshåndtering "Danmark uden affald" skal flytte affald fra forbrænding mod øget genanvendelse, så materialer bruges igen og igen. Det kræver imidlertid nye systemer til indsamling, forbehandling og behandling af affaldet, hvis regeringens mål om ressourceeffektivitet og 50 % genanvendelse i 2022 skal opnås. Det er en række udfordringer, som skal overvindes. Dette er særligt gældende for den tørre affaldsfraktion "plast", da det er svært at sikre nyttiggørelse af indsamlet plast, idet afsætningsmuligheder er begrænsede, så længe plasten ikke er sorteret i forskellige polymertyper. Der er derfor behov for at udvikle og indføre systemer til sortering og forbehandling af plast-affaldet, så materialerne kan opnå en højere kvalitet og indgå som sekundære råvarer i industrien.

De ovenstående udfordringer refererer til systemer vedrørende affaldshåndtering. Hvis Danmark skal nå i mål med "Danmark uden affald", er det nødvendigt at fokusere på både system og adfærd. Affaldssystemet skal benyttes af mennesker og derfor er der behov for skabe ny adfærd og vaner, hvis kunderne skal sortere i nye fraktioner i tilstrækkelige mængder.

Formålet med projektet 'Genbrugsplast: Fra husholdningsaffald til husholdnings-affaldssorteringssystem' har været at skabe cirkulær økonomi for at fremme genanvendelse og nyttiggørelsen af den tørre affaldsfraktion plast og skabe øgede anvendelsesmuligheder for de recirkulerede materialer i nye produkter. Dette er blevet opnået ved, at et forsyningsselskab, Fors A/S, har indsamlet den tørre affaldsfraktion plast i tilstrækkelige mængder. Plasten er blevet manuelt sorteret på Fors A/S genbrugspladser i polymertyper. Herefter er plasten blevet sendt til en oparbejdningsevirkomhed (Aage Vestergaard Larsen A/S), hvor plasten er blevet genanvendt og nyttiggjort, så industrien (Schoeller Plast A/S) har kunnet benytte det recirkulerede materiale i et nyt produkt; et indendørs affaldssorteringssystem. Produktet er blevet udleveret til forsyningsselskabets kunder for at fremme sortering qua synliggørelse af affald som ressource.



Figur 1 Model, der illustrerer projektets cirkulære tankegang. Modellen er del af brochurer om projektet se Bilag 1

5. Afrapportering af projektets arbejdsplaner

Denne rapport redegør for aktiviteter i projektet fordelt på arbejdsplaner. Projektet har været opdelt i fire arbejdsplaner med tilhørende aktiviteter.

5.1 Arbejdsplan 1: Indsamlingsordning for plast-affald

Arbejdsplan 1 har omhandlet indførelse af ny plastfraktion på Fors A/S genbrugspladser og etablering af en indsamlingsordning for genbrugsplast i Fors A/S indsamlingsområde for at få adgang til affaldsressourcer og sikre tilstrækkelige plast-leverancer i rette kvalitet til sortering. Følgende aktiviteter har udgjort arbejdsplan 1:

- Aktivitet 1.1 Projektledelse
- Aktivitet 1.2 Projektgruppemøder
- Aktivitet 1.5 Indførelse af ny plastfraktion på Fors A/S genbrugspladser
- Aktivitet 1.6 Udbud og anskaffelse af beholdere til udsortering af plast
- Aktivitet 1.7 Udbringning, registrering og håndtering af beholdere til udsortering af plast

5.1.1 Indførelse af ny plastfraktion på Fors A/S genbrugspladser

Fors A/S indsamlede allerede udvalgte plastfraktioner (hård PVC, plasthavemøbler, plastfolie, flamingo og plastdunke) på 5 genbrugspladser. Der er i forbindelse med projektet indført en ny plastfraktion "hård plast" på 4 ud af 5 genbrugspladser hos Fors A/S. Fraktionen består for eksempel af spande, legetøj, kasser, regnvandstønder og skraldespande. Der er ikke indført "hård plast" på Orø Genbrugsplads, som er Fors A/S mindste genbrugsplads, hvor der kun er åbent 1-2 dage om ugen afhængig af sæson. Dette skyldes pladsmangel, da det er en lille plads på 1.200 m² (til sammenligning er fx Holbæk Genbrugsplads på 10.000 m²) med et begrænset kundegrundlag.

Projektets succeskriterium er at øge mængden af indsamlet genbrugsplast fra genbrugspladserne i Fors A/S med 15 %. Mængderne af indsamlet plast fremgår af Tabel 1.

Tabel 1 Plastmængder indsamlet på Fors A/S genbrugspladser i 2014, 2015 og 2016

Plastfraktion	Mængde 2014	Mængde 2015	Mængde 2016
Hård plast	11.300 kg	92.600 kg	87.680 kg
Plastdunke	16.100 kg	14.900 kg	4.030 kg
Hård PVC	85.300 kg	68.300 kg	73.420 kg
Plasthavemøbler	1.500 kg	33.200 kg	37.000 kg
Plastfolie	14.500 kg	16.800 kg	52.860 kg
Flamingo	31.800 kg	34.800 kg	42.645 kg
Total	160.500 kg	260.600 kg	297.395 kgt

Som det fremgår i tabel 1, er de samlede mængder plast steget med 100 ton fra 2014 til 2015, som svarer til en stigning på 62 %, hvilket er langt over succeskriteriet på 15 %. Nogle plastfraktioner er der kommet mere af og andre mindre. Fx er mængderne af hård plast fra 2014 til 2015 steget med godt 720 %, hvilket var forventeligt, da hård plast først blev indført som særskilt fraktion i december 2014. Til gengæld er mængderne af plastdunke faldet med knap 8 %, hvilket skyldes, at kunderne har fået mulighed for at udsortere plastdunke med den tredje beholder til plast, hvorfor færre kører plastdunke på genbrugspladsen.



Figur 2 Kunde der benytter "hård plast" på Fors A/S genbrugsplads. Foto: Christoffer Regild

Der er udarbejdet en sorteringsvejledning "plast er ikke bare plast" til genbrugspladsen, som viser hvilke plasttyper, der sorteres i på Fors A/S genbrugspladser. Der er desuden angivet en række eksemplarer på, hvad der må komme i de forskellige plastfraktioner (Se 0). Folderen er blevet opsat på hver genbrugsplads ved de udvalgte plastfraktioner (fx på skiltet til "hård plast"). Det er Fors A/S' erfaring, at det er nemmest at kommunikere med affaldskunden om sorteringsbudskaber, når de er i "affalds-mood". Det vil sige, at kommunikation omkring sortering af plast helst skal ske, når kunden står med plasten i hånden og overvejer hvilken container, der skal benyttes til den pågældende plasttype.

5.1.2 Indførelse af udsortering af plast i Fors A/S

Fors A/S indsamlede inden projektets start fem forskellige typer husholdningsaffald (bio, rest, papir, glas og batterier) ved enfamiliehuse i Holbæk Kommune. Kunderne havde to beholdere - én med gråt låg til rest- og bioaffald og én med grønt låg til glas og papir. For at nå i mål med ressourcestrategien og få indsamlet tilstrækkelige mængder genbrugsplast, blev det besluttet, at kunderne skulle have en tredje todelt beholder til udsortering af plast og metal. Det har krævet 23.900 nye beholdere, hvilket i henhold til Udbudsdirektivet har betydet, at indkøbet har været i udbud. Beholderne har været i EU-udbud i første halvår af 2015. Fors A/S modtog tre tilbud. Efter en vurdering ud fra de opstillede kriterier valgte Fors A/S det mest økonomisk fordelagtige tilbud. Selve udgiften af beholdere er finansieret via affaldsgebyr.

Fem medarbejdere har i perioden august til december 2015 udbragt beholderne til enfamiliehuse. Indsamlingen af plast/metal blev iværksat i takt med, at beholderne blev udbragt. De enkelte ejendomme, som af forskellige årsager ikke kunne modtage en beholder i efteråret, har fået leveret den nye beholder i første halvdel af 2016.

Den nye beholder skal erstatte den eksisterende rest/bio beholder, der i stedet skal bruges til plast og metal. Det vil forlænge levetiden for kundernes beholdere, da den gamle rest/bio beholder får et skånejob som plast/metalbeholder, der ikke skal tømmes så ofte som rest/bio (rest/bio tømmes hver anden uge, mens plast/metal kun tømmes hver sjette uge). Ombytningen mellem de to beholder typer har skulle foretages af kunderne, hvilket har krævet en målrettet kommuni-

kationsindsats for at gøre omskiftningen af beholderne og udrulning af den nye fraktion så smertefri som mulig. Kommunikationsindsatsen har bestået af foramtale og varsling af den nye ordning på Fors A/S' hjemmeside, via annoncer og avisomtale i lokale medier, samt bannerreklamer og udlevering af infomateriale på genbrugspladserne. Derudover har kunderne modtaget en SMSvarsling og informationsmateriale direkte i postkassen.



Figur 3 Kunde der benytter den tredje todelte beholder til plast og metal. Foto: Christoffer Regild

De første affaldskunder fik beholderen til plast/metal i uge 33 2015. Plasten herfra er blevet eftersorteret i på det manuelle plast-sorteringsanlæg på Tornved Genbrugsplads. Her er det blevet konstateret, at der er kommet alt for meget plastfolie og beskidt mademballage i plast-beholderne. Da Fors A/S alligevel skulle udsende breve i slutningen af 2015 til samtlige affaldskunder omkring nye tømmedage for affald i 2016, blev det besluttet, at det var en god lejlighed til at hejse flaget for plastfolie og rengøring. Der er blevet udviklet et postkort, som blev udsendt sammen med brevet omkring tømmedage. Postkortet fortalte, at plastfolie enten skal i restbeholderen eller afleveres på genbrugspladsen i beholderen til restfolie, samt at affaldskunderne skal vaske plastemballage – er affaldet for snavset, så skal de dog putte det i restbeholderen, da det rent miljømæssigt ikke hænger sammen at bruge for meget vand på rengøringen.

Der er i gennemsnit blevet indsamlet 1,2 kilo plast per husstand per måned målt i juni 2016. Projektets succeskriterie var, at der årligt i gennemsnit skal indsamles 15 kg genbrugsplast per husstand via husstandsindsamlingen i Fors A/S' indsamlingsområde. En månedlig indsamling på 1,2 kilo per husstand svarer til 14,5 kilo per husstand om året, hvilket ligger marginalt under succeskriteriet på 15 kg.

5.2 Arbejdspakke 2: Nyttiggørelse af genbrugs-plast

Arbejdspakke 2 har omhandlet nyttiggørelse af den "sorte" og "ikke sorte" genbrugsplast fra husstandsindsamlinger og genbrugspladser. Følgende aktiviteter har udgjort arbejds pakken:

- Aktivitet 2.01 Projektledelse
- Aktivitet 2.02 Projektgruppemøder
- Aktivitet 2.1 Manuel sortering af "sort plast"
- Aktivitet 2.2 Forbehandling og fragt af "sort plast" til Tyskland
- Aktivitet 2.3 Tilsyn og evaluering af udviklingstests hos Unisensor og Steinert
- Aktivitet 2.4 Produktion af test granulat af "ikke sort" plast
- Aktivitet 2.5 Produktion af rensat granulat samt reekstrudat hos Aage Vestergaard Larsen
- Aktivitet 2.6 Evaluering af potentiale for videre test
- Aktivitet 2.7 Testproduktion af eksisterende produkt fra Schoeller
- Aktivitet 2.8 Evaluering af testresultater
- Aktivitet 2.9 Vidensformidling
- Aktivitet 2.10 Storskala-forsøg af materiale bearbejdning af genbrugsplast

5.2.1 Manuel sortering af plast

I den oprindelige MUDP-ansøgning var DKRaastoffer A/S medansøger i projektet, hvorfor det var planen, at den indsamlede plast skulle sorteres automatisk på deres sorteringsanlæg. DKRaastoffer A/S gik imidlertid konkurs inden projektets opstart, men Aage Vestergaard Larsen A/S overtog DKRaastoffer A/S' andel af projektet. Aage Vestergaard Larsen A/S har imidlertid ikke et sorteringsanlæg, der kan anvendes til formålet. Det har derfor været nødvendigt at finde en alternativ løsning for at få plasten sorteret. Flere løsninger har været undersøgt herunder automatisk sortering i Tyskland. Det er blevet vurderet, at en manuel sortering er den mest rentable løsning, såfremt denne foregår i Holbæk for at minimere transportomkostninger. Samtidig var en manuel sortering at foretrække, da projektets parter vurderede, at det derved er muligt at undersøge, hvor god en kvalitet regenerat, der kan opnås fra genbrugsplads indsamlet plast og udsorteret plast. Det vurderes samtidigt, at den reneste kvalitet, herunder den største udnyttelsesgrad, kan opnås ved manuel sortering, hvilket er en vigtig målsætning for projektet.

5.2.1.1 Indretning af sorteringsfaciliteter

Den manuelle plastsortering sker på Tornved Genbrugsplads, hvor Fors A/S havde ledige lokaler til rådighed. Den hårde plast fra genbrugspladsen bliver sorteret i en lade, hvor plasten bliver læsset af på jorden og udsorteret i forskellige plasttyper jævnfør Tabel 2. Bemærk, at 'Andet' primært dækker over PVC-rør, plathavemøbler eller plastlegetøj med elektronik og batterier, som Fors A/S har særskilte fraktioner til på genbrugspladserne.

Tabel 2: Plasttyper i hård plast fra genbrugspladsen

Plasttype	Afsætningspotentiale
HDPE (02)	Testes hos Aage Vestergaard Larsen A/S for potentiale
PP (05)	Testes hos Aage Vestergaard Larsen A/S for potentiale
Sort plast	Sendes til videretest i Tyskland
Affald	Sendes til forbrænding
Andet	Fraktionssorteres efter behov

Den husstandsindsamlede plast bliver sorteret ved et sorteringsbånd, som Fors A/S selv har designet og indkøbt i forbindelse med projektet. Plasten bliver læsset af i en hal, hvor den med en rendegraver bliver flyttet op i tragt, der føder plasten direkte op på sorteringsbåndet.



Figur 4: Manuel sortering af husstandsindsamlet plast. Foto: Christoffer Regild

Der er indrettet to stationer ved båndet, hvor der kan stå en medarbejder og sortere plasten. Plasten kører forbi på båndet, hvor medarbejdere kan tage plasten og smide i en af de separate beholdere til de forskellige plasttyper, der sorteres i jævnfør Tabel 3. Bemærk, at 'Andet' her primært dækker over metal eller plastlegetøj med elektronik og batterier, som Fors A/S sorterer fra som særskilte fraktioner. For enden af båndet står der et vippefad, hvor alt affaldet ender, så medarbejderne ikke behøver at røre ved det plast, der er snavset eller forurenset.

Tabel 3: Plasttyper i den husstandsindsamlede plast

Plasttype	Afsætningspotentiale
PET (01)	Afsættes på markedsvilkår af Fors A/S
HDPE (02)	Testes hos Aage Vestergaard Larsen A/S for potentiale
LDPE (04) folie	Afsættes på markedsvilkår af Fors A/S
PP (05)	Testes hos Aage Vestergaard Larsen A/S for potentiale
Sort plast	Sendes til videretest i Tyskland
Affald	Sendes til forbrænding
Andet	Fraktionssorteres efter behov

5.2.1.2 Kompetenceopbygning blandt medarbejderne hos Fors A/S

Det er genbrugspladsvejledere fra Fors A/S, som er blevet uddannet til at kunne sortere plasten manuelt. Medarbejderne har indledningsvis været på kursus hos Aage Vestergaard Larsen A/S omkring genanvendelse af plast, herunder hvilke typer plast, der typisk vil blive modtaget på genbrugspladsen og fra husstandsindsamlingen. Medarbejderne fik også vist, hvordan Aage Vestergaard Larsen A/S oparbejder plasten.

Aage Vestergaard Larsen A/S har løbende været på besøg for at assistere personalet fra Fors A/S, herunder for at vurdere materialet, identificere ukendte emner og undersøge og rådgive om sorteringskvaliteten. Dette har betydet, at det til enhver tid har været muligt for sorteringsmedarbejderne at få svar på tvivlsspørgsmål og få uddybet spørgsmål, de måtte have om plast og sorteringen. Ved de første sorteringsforsøg af den "hårde plast" fra genbrugspladserne, blev det konstateret, at der var en stor andel af plasten, som ikke er mærket med plasttypen af producenten, hvilket vanskeliggør en manuel sortering. Aage Vestergaard Larsen A/S har derfor i samarbejde med Fors A/S scannet en lang række uidentificerede produkter med en håndholdt NIR-scanner. Alle de scannede emner blev påført en post-it med plasttypen, hvorefter der blev taget et billede. Alle billederne er blevet printet, lamineret og hængt op i plastsorteringen, så de fungerer som et onsite sorteringskatalog over uidentificerede emner, som medarbejderne kan ty til, såfremt der opstår tvivlsspørgsmål (se Figur 5).



Figur 5: Udvikling af sorteringskatalog over uidentificerede plastemner

Sorteringsmedarbejderne er blevet involveret i MUDP-projektet, for at sikre forankring af nye tiltag. Blandt andet har sorteringsmedarbejderne deltaget i virksomhedsbesøg hos Schoeller Plast Enterprise A/S for at opnå viden om plast, og hvad det materiale, de selv er med til at skabe, kan bruges til. Desuden er der også afholdt opfølgende kurser hos Aage Vestergaard Larsen A/S i blandt andet plastgenkendelses-teknikker.

Der har været fokus på at skabe en god social status for de medarbejdere, der sortere plasten, så det bliver anset som værende et prestigefyldt foretagende. Da den manuelle sortering startede op, var det svært at få nogle af medarbejderne fra genbrugspladsen til at melde sig frivilligt til at foretage sortering. Det har et positivt indvirkning på den manuelle sortering, at der har været aktiv deltagelse fra projektleder, affaldschef og direktør for samarbejdspartnere, hvor alle får snavs på hænderne. Det har været med til at vise vigtigheden i projektet, og selv på direktionsgangen har det haft interesse og høj prioritet. Derudover har plastsorteringen været velbesøgt af både plastvirksomheder, andre affaldsselskaber, pressen m.fl. hvilket har højnet den faglige stolthed blandt sorteringsmedarbejderne.

5.2.1.3 Optimering af arbejdsmiljø

Ydermere er der blevet gjort en indsats for at optimere arbejdsmiljøet i plastsorteringen. Medarbejderne har fra start af været iført arbejdstøj samt væskeafvisende forklæder og stikhandsker for at mindske risikoen for arbejdsulykker. Derudover har medarbejdere åndedrætsværn på i forbindelse med sortering af husholdningsplasten. Her har Fors A/S valgt at udskifte de oprindelige værn med friskluftsværn, da det er mere behageligt og sundere for personalet (se Figur 6). Alectia A/S har gennemført en arbejdsmiljøgennemgang, som har sagt god for rammerne.



Figur 6: Eksemplar på arbejdsmiljøværn i plastsorteringen. Foto (tv): Christoffer Regild

5.2.1.4 Sorteringskriterier

Der er opsat forskellige sorteringskriterier for husholdningsplasten og plasten, som bliver indsamlet på genbrugspladserne.

Sorteringskriterier for husholdningsplast

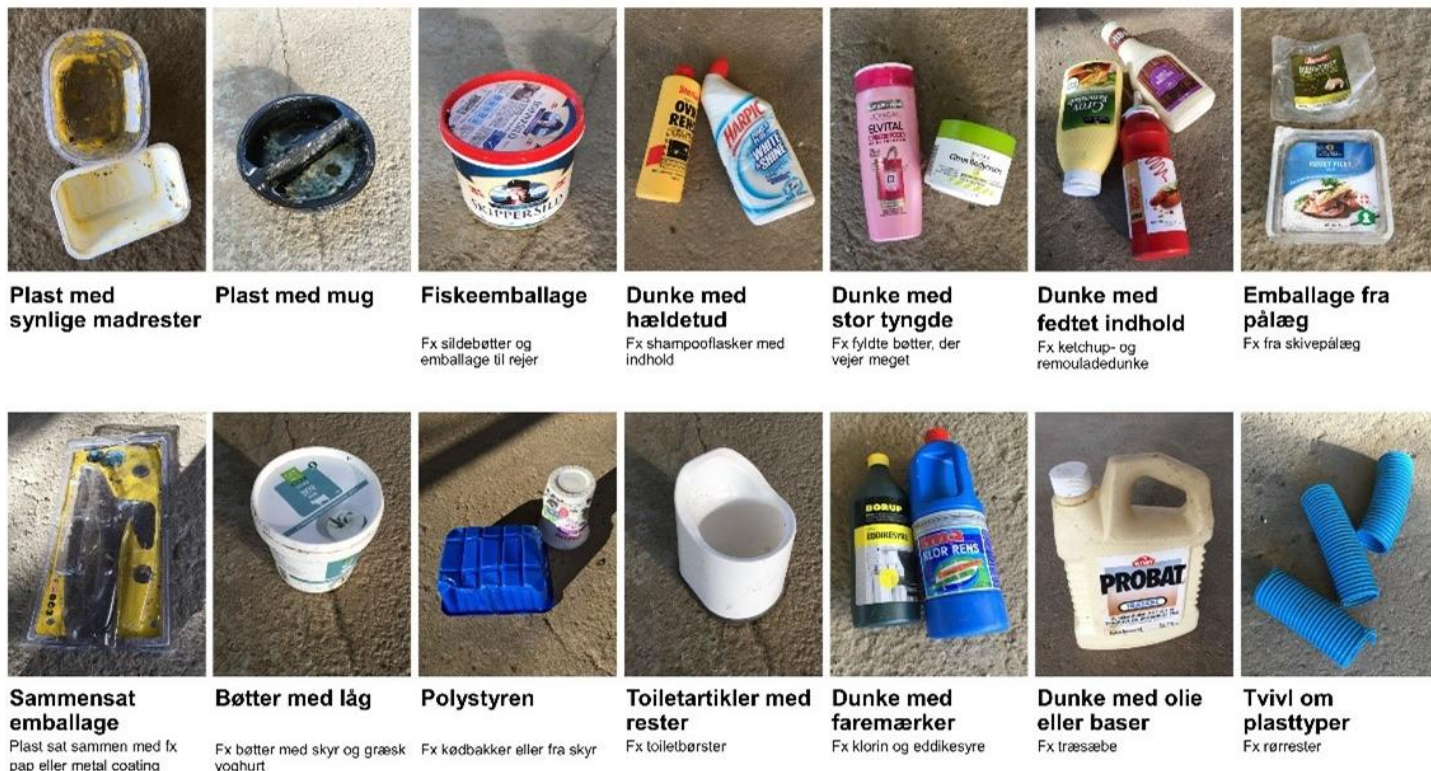
Flere sorteringsforsøg er blevet gennemført for at finde frem til den rette måde at sortere plasten på i den manuelle plastsortering. Der har været tale om lavpraktiske forsøg, hvor en bunke plast er blevet spredt ud på jorden, som så er blevet minutiøst sorteret og efterfølgende vejlet for at dokumentere mængderne. Der blev blandt andet lavet to forsøg med udsorteret plast fra husstandsindsamling. Ved forsøgene blev alle emner med indikation af plasttype sorteret fra, for at se fordelingen af de forskellige plasttyper. Ved opstart af den manuelle sortering blev sort plast frasorteret som særskilt fraktion med henblik på udviklingstest i Tyskland. Tabel 4 viser fordelingen af plasttyper ved frasortering af sort plast.

Tabel 4: Mængden af forskellige plasttyper i den husstandsindsamlede plast

Plasttype	%-andel sorteringsforsøg et	%-andel sorteringsforsøg to
PET (01)	22 %	17 %
HDPE (02)	18 %	17 %
LDPE (04) folie	7 %	7 %
PP (05)	10 %	12 %
Sort plast	8 %	11 %
Affald	15 %	35 %

Aage Vestergaard Larsen A/S fik de sorte plasttyper sendt til videre test, som viste, at det ikke var alle emnerne, der var egnede til oparbejdning i Aage Vestergaard Larsen A/S, da deres vaske-og-sorteringsanlæg ikke kan håndtere emner forurenet med "post-consumer-affald". Der er derfor aftalt nogle sorteringskriterier mellem Aage Vestergaard Larsen A/S og Fors A/S, så emner, der er forurenet med "post-consumer-affald" (fx olieflasker, ketchupflasker, emballage med mayonnaise) eller indeholder væske, bliver frataget. Der er lavet en

Denne plast sorterer vi fra som affald



Figur 7: Oversigt over sorteringskriterier for husholdningsplasten

oversigt, som hænger i plastsorteringen, der viser, hvilke typer plast, der bliver frasorteret som affald (se Figur 7).

Ved indførelse af de nye sorteringskriterier blev det desuden besluttet, at der ikke længere skulle sorteres i sort plast som særskilt fraktion, da der var opnået tilstrækkelige mængder sort plast til at udføre udviklingstest i Tyskland. De nye sorteringskriterier har medført, at fordelingen af plasttyper i gennemsnit ser ud, som det fremgår af Tabel 5.

Tabel 5: Procentandel af forskellige plasttyper efter implementering af sorteringskriterier

Plasttype	%-andel
PET (01)	15 %
HDPE (02)	16 %
LDPE (04) folie	8 %
PP (05)	30 %
Affald	31 %

Det skal bemærkes, at Fors A/S har konstateret, at der er store variationer i fordelingen af plasttype, hvilket blandt andet skyldes indsamlingsområde (fx om plasten er indsamlet i enfamiliehus eller etageområder, som er langt mere snavset, hvorfor der vil være en højere andel af affald) og sæson (plast indsamlet i sommersæsonen har typisk indeholdt større mængder affald hvilket formentlig skyldes en ringere sorteringsgrad i sommerhusområder). Kriterierne har bevirket, at andelen af affald er steget markant. Det betyder dog samtidig, at der opnås nogle fraktioner, der er mere rene og velegnede til at producere et testgranulat ud af hos Aage Vestergaard Larsen A/S.

5.2.1.5 Sorteringskriterier for hård plast

Der er blevet gennemført flere sorteringsforsøg for at finde frem til den rette måde at sortere plasten fra genbrugspladsen på. Der har været tale om lavpraktiske forsøg, hvor der er blevet spredt en bunke plast ud på jorden, som så er blevet minutiøst sorteret og efterfuldt vejen for at dokumentere mængderne. Ved de første sorteringsforsøg var det kun muligt at sortere en del af den hårde plast, da en stor del af produkterne ikke var mærket med plasttype. Derved var mængden af forskellige plasttyper i plast fra genbrugspladsen som vist i Tabel 6

Tabel 6: Mængden af forskellige plasttyper i plast fra genbrugspladsen indledningsvis

Plasttype	%-andel
HDPE (02)	9 %
PP (05)	14 %
Sort plast	14 %
Uidentificeret plast	23 %
Andet	25 %

Bemærk at "Andet" hovedsageligt dækker over PVC-rør, plasthavemøbler eller plastlegetøj med elektronik og batterier, som Fors A/S har særskilte fraktioner til på genbrugspladserne.

Ved indførelse af det onsite sorteringskatalog over uidentificerede emner er det blevet muligt at sortere stort set al den plast, der bliver smidt ud som hård plast på genbrugspladsen. Ved opstart af den manuelle sortering blev sort plast frasorteret som særskilt fraktion med henblik på udviklingstest i Tyskland, men da der var nok mængder til udviklingstest blev sorte plastemner også udsorteret i forhold til plasttype. Mængden af forskellige plasttyper i plast fra genbrugspladsen kan ses i Tabel 7.

Tabel 7: Mængden af forskellige plasttyper i plast fra genbrugspladsen efter indførelse af fysisk sorteringskatalog

Plasttype	%-andel ved frasortering af sort plast	%-andel uden frasortering af sort plast
HDPE (02)	25 %	28 %
PP (05)	30 %	38 %
Sort plast	20 %	0 %
Affald	25 %	34 %

5.2.2 Udviklingstest for sort plast

Sort plast kan ikke sorteres med de eksisterende sorteringsmaskiner, som er baseret på detektion i det nærinfrarøde område. Det skyldes indholdet af carbon black, der medfører, at man ikke kan bestemme polymertypen ud fra en spektroskopisk analyse i NIR-området. Virksomhederne Unisensor og Steinert har imidlertid arbejdet på udvikling af udstyr, som arbejder med andre spektroskopiske metoder og i andre bølgelængder, hvor man kan detektere polymertypen i plast med tilsat carbon black.

Målet i denne projektaktivitet har været at teste, hvor godt udstyret kan sortere sort plast fra henholdsvis husholdninger og genbrugspladser. Udstyret fra begge producenter kræver, at plasten først er neddelte til flakes med partikelstørrelse på ca. 20-40 mm.

Den sorte plast fra henholdsvis husstande og genbrugspladser blev løbende frasorteret på Tornved genbrugsplads

Efter kontakt til udstyrsproducenterne blev der udført forførsøg med udtagne prøver af sort plast fra Holbæk – se (Udviklingstest for sort plast – Dokumentet fås ved henvendelse til Miljøstyrelsen, se 87)

Der er blev udtaget repræsentative prøver af den udsorterede sorte plast fra husstande og genbrugspladser som er blevet sendt til neddeling til granulat ved Aage Vestergaard Larsen A/S. Aktiviteten er beskrevet i (Udviklingstest for sort plast – Dokumentet fås ved henvendelse til Miljøstyrelsen, se 87)

Testgranulatet er herefter transporteret til test ved henholdsvis Unisensor i Karlsruhe og Steinert i Zittau. Sorteringsforsøgene er beskrevet i (Udviklingstest for sort plast – Dokumentet fås ved henvendelse til Miljøstyrelsen, se 87). Ved anlæggene blev udført en række sorteringsforsøg hvor plast fra henholdsvis husstande og genbrugspladser er sorteret ud i polymerer. En oversigt over forsøgene er vist i Tabel 8

Tabel 8 Sortering af polymerer i test ved tyske anlæg med angivelse af produktfraktioner

Test	PE/PP (1x)	PE (1x)	PP (1x)	PP(2x)	PS(1x)	PS(2x)	PET(1x)	PET(2x)
Unisensor (H)			x		X		x	X
Unisensor (G)	X				X	x	X	X
Steinert (H)			x	X	X		X	
Steinert (G)		X	x	X	X		x	

Forkortelser i Tabel 8 dækker over følgende:

- H:Husstande
- G:Genbrugspladser
- PE/PP(1x): Fraktion af blandet PE/PP, første oprensning
- PE (1x): PE, første oprensning
- PP (1x): PP, første oprensning
- PP (2x): PP, anden oprensning
- PS (1x): PS, første oprensning
- PS (2x): PS, anden oprensning
- PET (1x): PET, første oprensning
- PE T(2x): PET, anden oprensning

Bestemmelse af udbytte og renhed af produktfraktionerne fra forsøgskørslerne er baseret på analyser udført ved Teknologisk Institut, Århus (metoden er beskrevet i (Udviklingstest for sort plast – Dokumentet fås ved henvendelse til Miljøstyrelsen, se 87)

5.2.2.1 Resultater for udbytte og renhed af udsorterede fraktioner ved Unisensor

Sort plast fra husstande

Der blev sorteret på 8,8 kg flakes. Tabel 9 viser det beregnede udbytte og renhed for hver polymer samt en beregnet sammensætning af input (PP udgør den største mængde med 65,7 %), mens Tabel 10 viser resultatet af en ekstra oprensning af den udsorterede PET-fraktion.

Tabel 9 Udbytte og renhed for producerede fraktioner ved sortering af sort plast fra husstande ved Unisensor, 1. gennemløb

Polymer	PP	PS	PET
Udbytte %	68,9	91,1	76,7
Renhed %	91,8	42,5	66,8
Sammensætning af tilført materiale %	65,7	11,44	22,9

Tabel 10 Udbytte og renhed for PET ved sortering af sort plast fra husstande ved Unisensor, 2. gennemløb

Polymer	PET
Udbytte %	73,5
Renhed %	93,9

Det ses, at udstyret separerer blandingen, så renheden af PP øges fra sammensætningens 65,7 % til 91,8 %. PS øges fra 11,4 % til 43 % og PET fra 23 % til 66,8 %. Ved den ekstra sortering af PET (2. gennemløb) øges renheden fra 66,8 % til 93,9% med et udbytte på 73,5 %.

Sort plast fra genbrugspladser

Der blev sorteret på 33,5 kg flakes. Tabel 11 viser det beregnede udbytte og renhed for hver polymer samt en beregnet sammensætning af input (blanding af PE/PP udgør den største mængde med 89,9 %), mens Tabel 12 viser resultatet af 2 ekstra oprensninger af de udsorterede fraktioner af PS og PET.

Tabel 11 Udbytte og renhed for producerede fraktioner ved sortering af sort plast fra genbrugspladser ved Unisensor, 1. gennemløb

Polymer	PE/PP	PS	PET
Udbytte %	98,3	80,9	9,6
Renhed %	93,5	71,4	58,6
Sammensætning af tilført materiale %	89,9	4	6,2

Tabel 12 Udbytte og renhed for PS og PET ved sortering af sort plast fra genbrugspladser ved Unisensor, 2. gennemløb.

Polymer	PS	PET
Udbytte %	77,4	85,5
Renhed %	94,6	89,7

Det ses, at udstyret separerer blandingen, så renheden af PS øges fra sammensætningens 4 % til 71,4 %. PET-indholdet øges fra 6,2 % til 58,6 % og det blandede indhold af PE/PP fra 89,9 % til 93,5 %. Ved den ekstra sortering (2. gennemløb) øges renheden af PS fra 71,4 % til 94,6 % med et udbytte på 77 % og renheden af PET fra 58,6 % til 89,7 %. Udbyttet af PS i første sortering er 80,9 %, mens det er meget lavt for PET med 9,6 %.

5.2.2.2 Resultater for udbytte og renhed af udsorterede fraktioner for RTT Steinert

Sort plast fra husstande

Der blev sorteret på 21,3 kg flakes. Tabel 13 viser det beregnede udbytte og renhed for hver polymer samt en beregnet sammensætning af input (PP udgør den største mængde med 64,4 %):

Tabel 13 Udbytte og renhed for producerede fraktioner ved sortering af sort plast fra husstande ved RTT Steinert, 1. gennemløb.

Polymer	PE	PP	PS	PET
Udbytte %		65,7	37,8	30,6
Renhed %		88,4	57,2	75,2
Sammensætning af tilført materiale %	0,14	64,4	8,9	26,6

Resultatet for 2. gennemløb er vist i Tabel 14.

Tabel 14 Udbytte og renhed for PP ved sortering af sort plast fra husstande ved RTT Steinert, 2. gennemløb

Polymer	PP
Udbytte %	81,9
Renhed %	93,5

Det ses, at udstyret ved første gennemløb separerer blandingen, så renheden af PP øges fra sammensætningens 64,4 % til 88,4 %. PS-indholdet øges fra 8,9 % til 57,2 % og PET fra 26,6 % til 75,2 %. Ved 2. gennemløb øges renheden af PP yderligere fra 88,4 % til 93,5 % med et udbytte på 81,9 %.

Sort plast fra genbrugspladser

Der blev sorteret på 47,7 kg flakes. Tabel 15 viser det beregnede udbytte og renhed for hver polymer samt en beregnet sammensætning af input. Summen af PE og PP udgør den største mængde med 91 %, hvilket er tæt på de 90 %, som blev bestemt ved Unisensor forsøget med plast fra genbrugspladser.

Tabel 15 Udbytte og renhed for producerede fraktioner ved sortering af sort plast fra genbrugspladser ved RTT Steinert, 1. gennemløb

Polymer	PE	PP	PS	PET
Udbytte %	86,3	79,5	24,5	20,0
Renhed %	87,9	85,6	61,5	6,6
Sammensætning af tilført materiale %	38,7	52,3	3,7	5,3

Tabel 16 viser resultatet af 1 ekstra oprensning af PP.

Tabel 16 Udbytte og renhed for PP ved sortering af sort plast fra genbrugspladser ved RTT Steinert, 2. gennemløb

Polymer	PP
Udbytte %	94,0
Renhed %	92,6

Det ses, at udstyret separerer blandingen, så renheden af PE øges fra sammensætningens 38,7 % til 87,9 %. PP øges fra 52,3 % til 85,6 % og PS øges fra 3,7 % til 61,5 %. PET indgår i restfraktionen, og renheden af PET er næsten uændret. En positiv sortering efter PET fra restfraktionen forventes at kunne producere en PET-fraktion med en renhed over 50 %. Ved den ekstra sortering (2. gennemløb) øges renheden af PP fra 87,9 % til 92,6 % med et udbytte på 94 %. Udbytteerne af hovedfraktionerne PE og PP i første sortering er gode med henholdsvis 86,3 % og 79,5%.

I dokumentet Udviklingstest for sort plast er angivet sammensætningen af produktfraktionerne. (Dokumentet fås ved henvendelse til Miljøstyrelsen, se 87)

5.2.2.3 Test af materialekvalitet

Der er foretaget en test af den udsorterede kvalitet af 4 produktfraktioner af den sorte plast ved Aage Vestergaard Larsen A/S.

Tabel 17 Testede produktfraktioner af sort plast

Materiale	Betegnelse
PP HUS, sort 1 gang udsortering	PP(1)-H
PP GBP, sort 1 gang udsortering	PP(1)- G
PP GBP, sort 2 gange udsorteret	PP(2)- G
PE GBP, sort 1 gang udsortering	PE (1) -G

Plasten er oparbejdet i laboratoriet ved brug af følgende procestrin:

- Neddeling/kværning
- Densitetssortering i rent vand
- Tørring
- Ekstrudering
- Tørring
- Sprøjttestøbning
- Analyser ved FTIR, DSC og trækprøvning

I Tabel 18 er vist en anslået fordeling mellem PE og PP ud fra DSC målingerne, et anslået indhold af fyldstoffer som kalk og talkum ud fra FT-IR og en tilnærmet beregning af indholdet af PE og PP baseret på analyserne i dokumentet Udviklingstest for sort plast, det anslåede indhold af fyldstoffer, samt at 100% PS og PET frasorteres ved den benyttede vægtfyldeseparation ved oparbejdningen ved Aage Vestergaard Larsen A/S. (Dokumentet fås ved henvendelse til Miljøstyrelsen, se 87)

Tabel 18 Analyse af indhold af materialerne

Materiale	%PP (DSC)	%PE (DSC)	% fyldstof	%PP (analyse)	%PE (analyse)
PP(1)-H	Ca.95		15	>95	
PP(1)-G	Ca.90		5-10	Ca.92	
PP(2)-G	Ca.94		5-10	Ca.98	
PE(1)-G		Ca.92	5		Ca.92

Det ses at der er en forholdsvis god overensstemmelse mellem de bestemte sammensætninger.

I Tabel 19 er vist analyser af styrke af materialerne samt vurdering af anvendelsesmuligheder.

Tabel 19 Analyser af styrke samt vurdering af anvendelsesmuligheder

Materiale	Emodul (MPa)	Forlængelse ved brud %	Trækstyrke ved brud (MPa)	Trækstyrke ved flydepunkt (MPa)	Kvalitets vurdering
PP(1)-H	1322	19	22,2	25,6	3
PP(1)-G	1126	28	20,3	24,1	3
PP(2)-G	1152	20,6	20,5	24,4	4
PE(1)-G	539	238	15,1	18,7	2

I tabellen er angivet en kvalitetsvurdering vedrørende brug af plasten til produktion af regenerat hvor karakteren 5 er til brug som high grade regenerat (bedste kvalitet) og 1 er til low grade regenerat (dårligste kvalitet). Det ses at PP produkterne PP(1) H og PP (1) G fra henholdsvis genbrugspladser og husstande får karakteren 3 (medium kvalitet) med en gang passage af sorteringsudstyret ved Steinert mens PP(2) G som er 2 gange udsorteret får den bedre karakter 4. PE(1) G får karakteren 2 især grundet indholdet af PP men det formodes at den vil stige til karakteren 3 ved en yderligere udsortering så PP indholdet reduceres.

Samlet er resultaterne positive da det vurderes at man kan producere afsættelige fraktioner af PE regenerat og PP regenerat i middelkvalitet og opefter ved brug af Steinerts udstyr.

5.2.2.4 Diskussion af resultater

Hvis man sammenligner de bestemte sammensætninger af det tilførte granulat for de 2 anlæg i Tabel 20, fås en acceptabel overensstemmelse, hvilket er en ekstra validering af kvaliteten af de mange indgående sorteringsanalyser. Det skal her bemærkes, at de oprindelige granulater ikke var blevet blandet, hvorfor der må forventes lidt forskelle i sammensætningerne i det tilførte materiale til hvert anlæg.

Tabel 20 Bestemte sammensætninger af sort granulat fra husstande og genbrugspladser

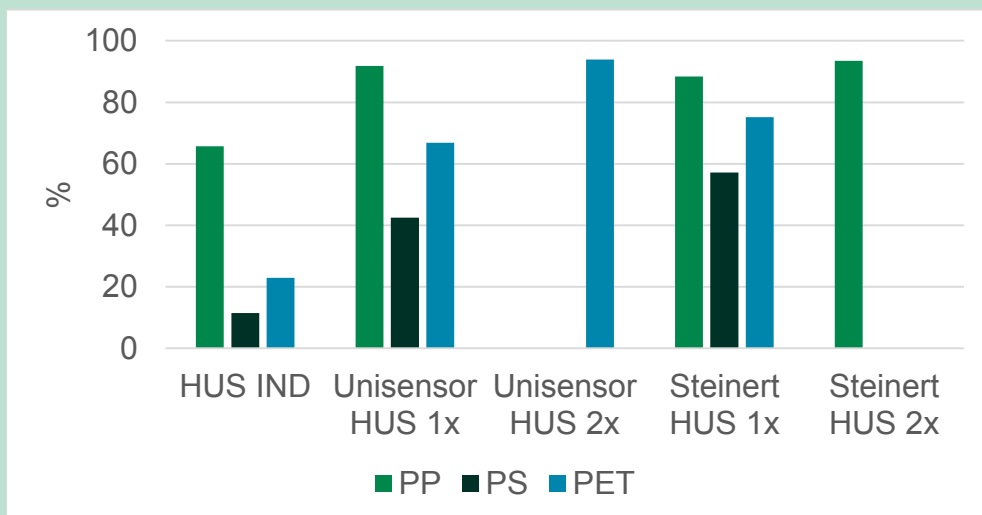
Polymer	PE+PP	PS	PET
Unisensor - husstande	65,7	11,4	22,9
RTT Steinert - husstande	64,5	8,9	26,6
Unisensor - genbrugspladser	89,9	4	6,2
RTT Steinert - genbrugspladser	91	3,7	5,3

Resultaterne for renhed og udbytte i afsnit 5.2.2.1 og 5.2.2.2 viste, at Unisensor og RTT Steinerts sorteringsudstyr kan frasortere PS og PET fra en blanding af neddelt sort plast. Unisensors nuværende model kan ikke separere PP fra PE. Dette kan RTT Steinerts udstyr derimod. Det skal bemærkes, at Unisensor har sendt en ny model på markedet i september 2016 med navnet Powersort 360, som ifølge firmaet har forbedret performance.

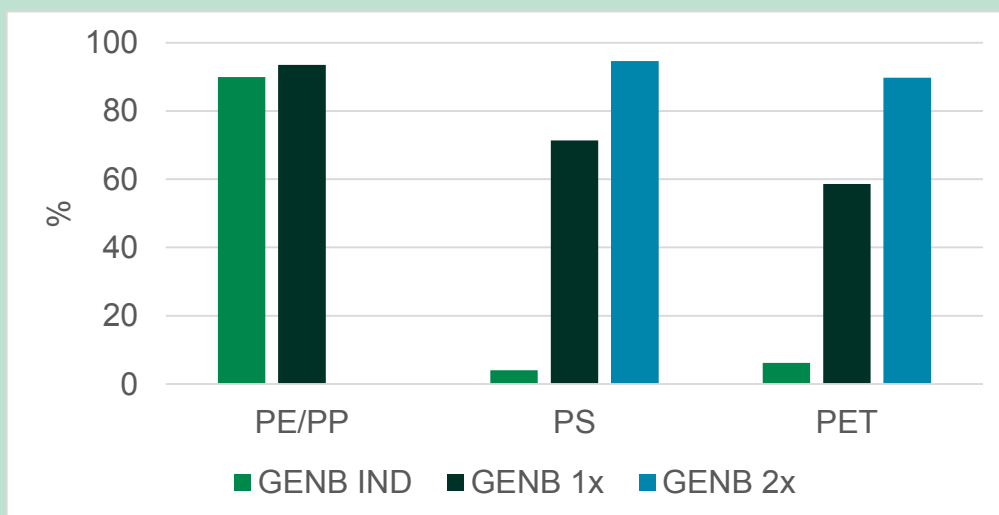
Vedrørende Unisensors udstyr blev der produceret en god renhed af PP fra husstande i 1. gennemløb, og renheden af PET var god efter 2. gennemløb. For genbrugspladser var renheder ligeledes gode. Udbyttet af PP+PE var lavere for husstande (69 %) end for genbrugspladser (98 %).

Vedrørende Steinerts udstyr blev der produceret høje renheder af hovedfraktionerne i 1. gennemløb (85-88 %) for husstande (PP) og for genbrugspladser (PE og PP). Udbyttet var dog noget mindre for husstande (ca. 65 %) end for genbrugspladser (85-90 %). Renhederne bestemt for husstande er vist på Figur 10 og for genbrugspladser på Figur 9 og Figur 8. viser at renheden stiger ved 1 gang (1x) og 2 ganges (2x) sortering af materialerne i forhold til sammensætningen af de tilførte materialer (HUS IND). Figur 8 og Figur 9 viser at renheden stiger ved 1 gang (1x) og 2 ganges (2x) sortering af materialerne i forhold til sammensætningen af de tilførte materialer (GENB IND)

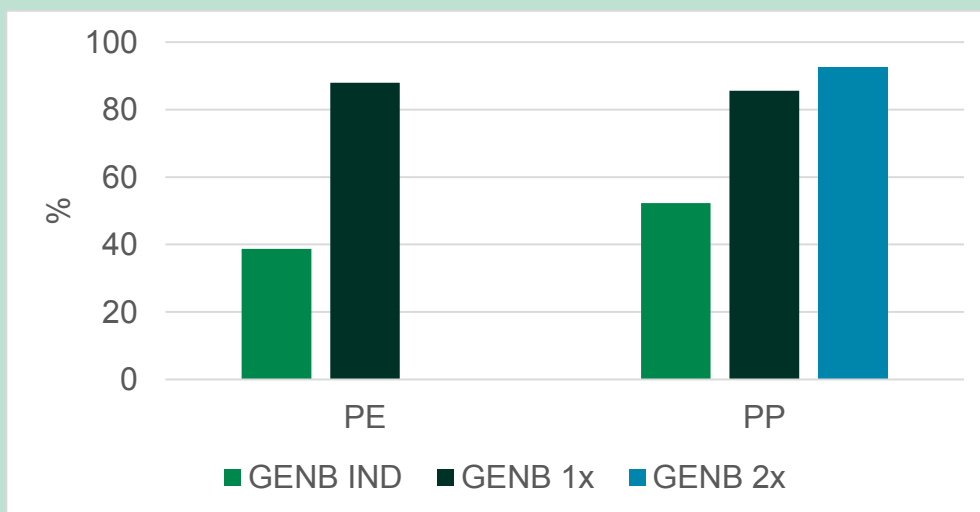
Figur 10 Renheder bestemt for sortering af sort plast fra husstande



Figur 9. Renheder bestemt for sortering af sort plast fra genbrugspladser ved Unisensor



Figur 8. Renheder bestemt for sortering af sort plast fra genbrugspladser ved RTT Steinert



Det lavere udbytte for husstande kan skyldes flere faktorer:

1. Nogle flakes var over eller under de ønskede dimensioner 20-45 mm, og der var buknin-
ger, som kunne få emnerne til at filtre sig ind i hinanden – se Figur 11.

Det vurderes derfor, at separationen kan forbedres ved at producere flakes med bedre afskårne hjørner og med overholdelse af partikelintervallet 20-45 mm. Dette vil formentlig kræve, at neddelt materiale efterfølgende sigtes.

2. En del flakes havde etiketter eller folie på den ene side, som gav et andet spektrum ved test i FT-IR, og der er således kun 50 % chance for, at en sådan partikel kan genkendes i sorteren - se Figur 12



Figur 11: Eksempler på flakes mindre end 20 mm eller større end 45 mm samt med bukkede kanter.



Figur 12: Eksempel på PP-flakes med etiketter.

Resultat af test af materialerne ved Aage Vestergaard Larsen A/S A/S viser, at der opnås en brugbar kvalitet af regenerat for alle testede fraktioner af PE og PP oparbejdet ved Steinert og at kvaliteten som forventet stiger ved 2 oprensninger i forhold til 1.

5.2.3 Forventet potentiale i sort plast

Det forventede potentiale af sort plast i DK er estimeret ud fra data fra Fors A/S indsamlings-område i Holbæk Kommune. Baseret på data fra Fors A/S er beregnet at der indsamles ca. 10,5 kg plast /husstand/år fra husstande og ca. 3,2 kg plast /husstand/år fra genbrugspladser i Holbæk. Indholdet af sort plast i indsamlet plast fra husstande er mellem 8 og 11% (gennemsnit =9,5%) og 14% af plast for genbrugspladser. Heraf kan beregnes følgende mængde sort plast pr. husstand pr år:

$$10,5 \text{ kg/husstand/år} \cdot 9,5\% + 3,2 \text{ kg/husstand/år} \cdot 14\% = 1,45 \text{ kg/husstand/år}$$

Ifølge Danmarks Statistik er der ca. 1,9 mio. husstande i Danmark hvilket giver en estimeret mængde af sort plast i indsamlet plast fra husstande og genbrugspladser på ca. $1,45 \cdot 1,9 \text{ mio} = 2800 \text{ ton}$ sort plast i Danmark/år.

Der vil herudover være en mængde som ender til forbrænding.

Til sammenligning er mængden af sort plast angivet til mellem 30.000 og 60.000 ton i en rapport fra Wrap, UK (Development of NIR detectable Black Plastic Packaging, WRAP, 2011). Hvis man antager at der forbruges de samme mængder af sort plast i Danmark og England og skalerer forholdet mellem befolkningstallene - 64 mio UK og 5,6 mio DK fås en estimeret mængde i Danmark på mellem 2.600 og 5.300 tons som er på samme niveau som er baseret på tal fra fors (2.800 ton).

Dette er en forholdsvis lille mængde i forhold til kapaciteten af spektroskopibaseret sorteringsudstyr. Eksempelvis forventer Steinert at deres udstyr (Blackeye) med en bæltebredde på 750 mm vil have en kapacitet på ca. 1 ton/time for granulat af sort plast. Hvis plasten blev oprenset i flere omgange på samme maskine kan en maskine formentlig klare oparbejdning af hele Danmarks mængde af sort plast ved 24 timers drift.

En investering i selve udstyret fra Steinert udgør i størrelsesordenen 2,5 mio. excl. montage

Ud fra en analyse af sammensætningen fra husstande udgøres hovedparten i dag af PP med et mindre indhold PS og PET samt lidt andet sort plast herunder PE. Her kan en oparbejdning formentlig udføres ved brug af en simplere vægtfylde baseret metode. Dette er dog afhængig af sammensætningen af plasten og om producenterne pludselig begynder at anvende plast der ikke egner sig til separation med vægtfyldeseperation i vand. Fx vil en opskummet bakke af sort PS blive udsorteret sammen med PP ved vægtfyldeseperation og forringe PP kvaliteten. Hvis opskummet PS blandes med PP er det nødvendigt at benytte spektroskopisk separation til at separere produkterne.

Vedrørende genbrugspladser udgøres 90% af den sorte plast af nogenlunde lige store mængder PE og PP og her er spektroskopisk separation væsentlig hvis der skal opnås en plast med høj styrke (>90-95%) polymerrenhed.

Et alternativ til spektroskopibaseret separation af PE og PP fra genbrugspladser kan ligesom for ikke sorte plastprodukter være at genkende produkterne manuelt ud fra oplæring via plancher og separere dem manuelt, men om det kan hænge sammen økonomisk i Danmark er givetvis afhængigt af størrelsen af produkterne.

Som alternativ til dansk behandling af sort plast er der ved at blive investeret i spektroskopibaseret udstyr i udlandet som måske vil kunne tage imod sort plast fra Danmark fremover. Alba i Berlin har således allerede monteret udstyr til at udseparere al sort plast fra restfraktionen efter passage af NIR sorterne. Den udsorterede sorte plast sendes til ekstern oparbejdning og genanvendelse.

5.2.4 Produktion af rensset test granulat og reekstrudat

Produktionen af rensset testgranulat og reekstrudat er beskrevet i det følgende. Det har været nødvendigt at lave en række forforsøg for at optimere samspillet mellem sortering, oparbejdning og anvendelse af produceret reekstrudat ved Scholler Plast således at materiale krav fra Scholler Plasts produktionslinje overholdes samtidig med at der produceres tilstrækkelige mængder materiale til at kunne producere de planlagte produkter.

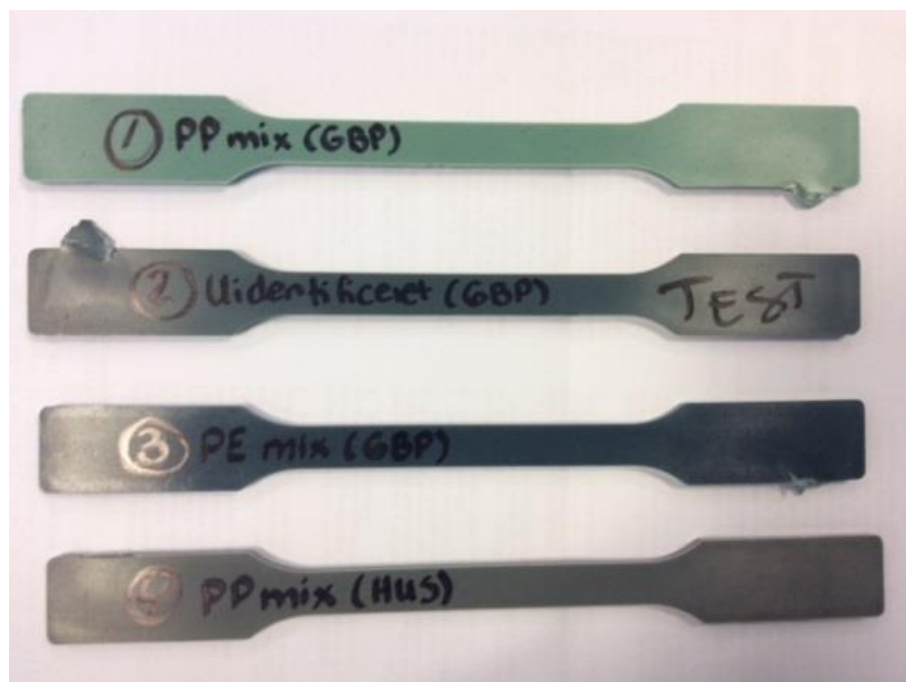
5.2.4.1 Forforsøg på udsorterede fraktioner fra Fors A/S

Der blev inden produktion af testgranulat udtaget prøver af 5 fraktioner som udsorteres ved Fors A/S. Fraktionerne er benævnt PP mix (GBP), Uidentificeret plast (GBP), PE mix (GBP), PP MIX (HUS) og PE mix (HUS), hvor HUS står for Husstande og GBP for Genbrugsplads.

Aage Vestergaard Larsen A/S udførte en test på materialet i mindre labskalatest da der ikke var tilstrækkeligt materiale til at udføre testen på Aage Vestergaard Larsen A/S Vaske-og-Sorterings-Anlæg (forkortes fremadrettet VSA). Testen simulerer den bearbejdning materialet vil gennemgå i VSA anlægget med brug af følgende opbejdningstrin:

- a) Materialet kværnes
- b) Materialet densitetssorteres manuelt i et kar for at frasortere uønsket materiale
- c) Materialet friktionsvaskes
- d) Materialet tørres

Herefter er materialet ekstruderet, hvorefter der er sprøjtet støbt emner (se Figur 13) som er brugt til besigtigelse og test. Efter ekstrudering er granulatet visuelt besigtiget, og der er lavet MFR (Melt Flow Rate eller smelteindex) for at undersøge flydeegenskaberne for de enkelte fraktioner. Efter MFR er materialets streng ligeledes besigtiget for at se materialets kvalitet.



Figur 13 Sprøjtet støbte emner produceret af de repræsentative prøver

Resultatet af de indledende test kan ses i Tabel 21:

Tabel 21 Indledende bedømmelse af udsorteret plast fra Fors A/S

Fraktion	MFI	Visuel inspektion	Frasorterede materialer og uønskede materialer efter densitetssortering	Velegnet til VSA
PP mix (GBP)	34,1 ¹⁾	Granulat fra ekstrudering pæn kvalitet Pæn streng ved MFI Pænt testemne	Lille mængde frasorteret materiale ,heraf en del uønskede plasttyper	Ja
Uidentificeret plast (GBP)	1,6 ²⁾	Granulat fra ekstrudering pæn kvalitet Skør streng ved MFI Pænt testemne- men tegn på indhold af laminering	Stor mængde frasorteret materiale ,heraf en del uønskede plasttyper. Der er identificeret PP,PE,PS,ABS og PP med fyldstoffer	Ja
PE mix (GBP)	1,3 ²⁾	Granulat fra ekstrudering pæn kvalitet Pæn streng ved MFI Pænt testemne	Lille mængde frasorteret. Indeholder en del metal	Ja
PP mix (HUS)	39,3 ¹⁾	Granulat fra ekstrudering pæn kvalitet Pæn streng ved MFI Pænt testemne	Der er frasorteret postconsumer emner inden kværning. Lille mængde frasorteret materiale. Fraktionen indeholder bl.a. PET formentlig fra flasker	Ja
PE Mix (HUS)	Ikke analyseret		Der var ikke tilstrækkeligt materiale til test	

1. Udført ved 230°C og 2,16 kg
2. Udført ved 190°C og 2,16 kg

Resultaterne så lovende ud på nær uidentificeret plast (GBP) hvorfor frasortering af de rene polymerfraktioner PE mix (HUS), PP mix (HUS), PE mix (GBP) og PP mix (GBP) ved Fors A/S blev fortsat.

5.2.4.2 Metode til produktion af oprenset testgranulat

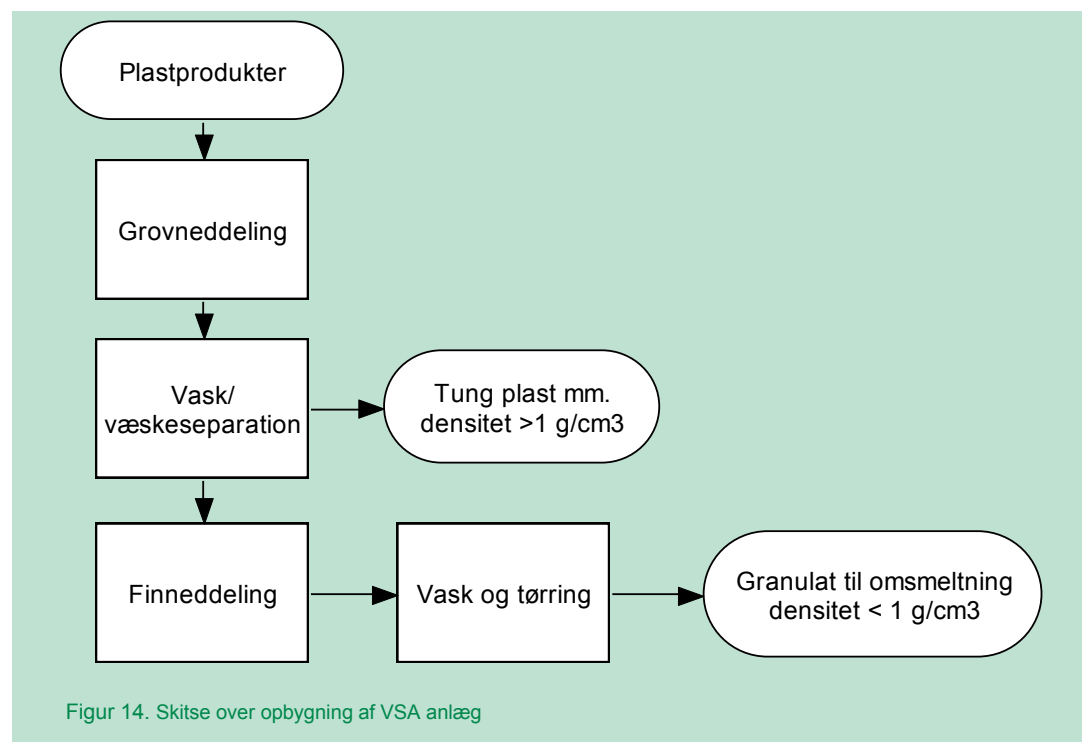
I uge 36, 2015 blev modtaget følgende materialer fra sorteringen ved Fors A/S til behandling i Aage Vestergaard Larsen A/S Vaske- og Sorteringsanlæg (VSA).

Tabel 22 Modtagne sorterede polymermaterialer fra Fors A/S

Betegnelse	Kilde	Polymer	Kg
PE (GBP)	Genbrugsplads	PE	800
PP (GBP)	Genbrugsplads	PP	1120
PE (HUS)	Husstande	PE	820
PP (HUS)	Husstande	PP	1140

Materialet er behandlet på "Vaske- og Sorteringsanlægget" (forkortet VSA) ved Aage Vestergaard Larsen A/S i den form, det er kommet fra Fors A/S.

VSA-anlægget er et fuldautomatisk vaske- og sorteringsanlæg, der primært er bygget til at vaske og sortere PP og PE. Anlægget starter ned at grov kværne materialet, hvorefter det kommer igennem første vaskeproces, hvor materiale, der har en densitet over 1 synker. Materialet kommer herefter igennem endnu en kværneprocess, hvor den ønskede størrelse på kværnet opnås, inden materialet vaskes endnu to gange, for at fjerne de sidste rester af fremmede plasttyper samt urenheder. Til sidst tørres materialet, så det, der kommer ud af anlægget, er brugbart videre i produktionen se.Figur 14



VSA anlægget er bygget til at kunne håndtere PE og PP emner med en godstykkelse på over 3 mm som er lettere forurenet med ikke organisk materiale som jord/sand etc. Sådanne materialer forekommer typisk i plast afleveret til genbrugspladser og testkørslen af PE GBP og PP GBP kørte derfor som forventet uden problemer og resulterede i materiale, der uden videre kan bruges i projektets videre forløb.

Testkørslen af PE HUS og PP HUS viste sig mere problematisk. Det var første gang, der testet oparbejdning af materialer fra husstandsindsamlet plast på Aage Vestergaard Larsen A/S VSA-anlæg. VSA anlægget er ikke designet til at håndtere post consumer affald (HUS) samt emner, der er under 3 mm i godstykkelse (HUS). Det blev dog valgt at foretage en test med en begrænset mængde fra Fors A/S på anlægget. Udfordringen med håndtering af post consumer affald på VSA anlægget var især at anlægget ikke er bygget til at håndtere de rester af fx husholdningsaffald, sæber, kemikalier som der er i det materiale som kommer fra HUS (se Figur 15). Anlægget er et åbent anlæg, hvorfor post consumer affald (plastemballage fra husstande med fx fødevarerester) kan give risiko for, at medarbejderne udsættes for bakterier m.m. fra materialet hvis anlægget bruges i daglig produktion hvorfor det kun er muligt at udføre en mindre test.



Figur 15: Fødevareforurenet emballage

Der blev observeret en række udfordringer ved at oparbejde plastaffald fra husstande.

- **Opskumning.** Behandling af plastemballage fra husstande resulterede i, at alle dele af anlægget skummede op på grund af de sæberester, der var i materialet -(rengøringsmidler med sæbeindhold findes typisk i HDPE beholdere). (se Figur 16)
- **Godstykkelse:** VSA er ikke bygget til at håndtere emner, der har en godstykkelse på under 3 mm, da det nedkværrede materiale fra husstande har for stor overflade i forhold til maskinen. For stor overflade gør, at det bliver tidskrævende og problematisk at tørre materialet efter vask. Derudover har denne type materiale tendens til at "pakke" sig i klumper, når det transporteres rundt mellem de forskellige dele i anlægget, hvilket ikke er hensigtsmæssigt, da det kan forårsage tilstoppede transportrør (se Figur 17)
- **Papirlabels:** På plastemballage fra husstande (fx plastbeholdere og andet emballage) er der mange labels som er lavet af papir. Papir udgør så stor del af den samlede mængde materiale, at vandet i VSA hurtigt bliver "papmaché" lignende og kræver en stor udskiftning af vand.



Figur 16: Skumdannelse i VSA anlæg ved behandling af PE-HUS



Figur 17: Eksempel på tilstoppet transportrør på VSA anlæg ved behandling af plastemballage fra husstande

Problemerne med ovenstående vurderes at kunne løses ved udvikling af - og investering i supplerende teknologi.

Efter oparbejdningen af plasten på VSA anlægget blev de rensede densitetsseparerede flakes kørt igennem en ekstruder (se Figur 18).



Figur 18: Plastmateriale fra VSA før og efter ekstrudering.

5.2.4.3 Testresultater for rensat granulat samt reekstrudat

Der er blevet lavet laboratorietest af otte forskellige sammensætninger baseret på det materiale, som Aage Vestergaard Larsen A/S har modtaget fra Fors A/S. Formålet med de udførte test var at undersøge materialets egenskaber hver for sig, samt hvordan dets egenskaber er, når materialet blandes sammen. Test skulle således give svar på om der var nogen materialer, der ville blive bedre/dårligere af at blive blandet sammen og om det er nødvendigt fremadrettet at holde fx PE HUS og PE GBP adskilt. Med undersøgelsen kan endvidere opnås et overblik

over hvilke plasttyper, der på sigt vil kunne blandes sammen på genbrugspladserne og under transport, da en sammenblanding højst sandsynligt vil mindske håndtering og transportomkostninger.

Der er efterfølgende lavet laboratorietest på materialerne.

Følgende parametre er testet:

- **Smelte indeks (MFI):** MFI er et mål for flydeevnen for materialet ved en given temperatur. Det måles som vægten af materiale der flyder gennem et rør med givet diameter og længde på 10 minutter under givet tryk (vægt) og temperatur. Jo højere et tal der måles, jo mere flydende er materialet. Typisk er en MFI under 5 ensbetydende med, at materialet bruges til ekstrudering, mens en MFI over 5 betyder, at materialet kan bruges til sprøjttestøbning.
- **Slagstyrke:** Slagstyrken bruges til at vurdere, hvor slagfast et materiale er: Jo større et tal er, jo mere slagfast er materialet.
- **E-modul (elasticitets modul eller Youngs modul):** Her måles stivheden i materialet ved start på træktest. Resultatet måles i mega pascal (Mpa).
- **Elongation at break (brudforlængelse):** Brudforlængelse, er forholdet mellem længde og ændret oprindelige længde efter brud af testprøven. Det udtrykker evnen af et materiale til at modstå ændringer i form uden revnedannelse. Måles i % af den oprindelige længde.
- **Tensile stress at break (Trækstyrken ved brud).** Trækspændingen på det tidspunkt hvor et prøveemne brydes. Måles i Mpa.
- **Tensile stress at yield (Trækstyrke ved flydepunkt).** Trækstyrken ved flydepunktet, er trækspændingens niveau, hvor stigningen på en stress-strain kurve er lig nul for første gang. Måles i Mpa.
- **Visuelt udseende (streng):** På laboratoriet hos Aage Vestergaard Larsen A/S vurderes strengen med en skala fra 1-3, hvor der visuelt bedømmes på materialet/strengen.
 1. Er en pæn glat streng, med et minimum af overfladefejl og med massivt tværsnit
 2. Er en nogenlunde pæn streng med et ikke helt massivt tværsnit uden at være opkogt
 3. Er en ikke pæn streng som er opkogt

Udvalgte resultater af laboratorietests kan ses i Tabel 23. Der er udarbejdet fulde datablade af materialerne, hvilket kan ses i dokumentet Udviklingstest for sort plast (Dokumentet fås ved henvendelse til Miljøstyrelsen, se 87)

Tabel 23 Egenskaber af blandinger af oparbejdet plast

Materiale	MFI 2,16 kg	Slagstyrke KJ/m ²	Emodul (MPa)	Forlæn- gelse ved brud %	Trækstyrke ved brud (MPa)	Trækstyrke ved flydepunkt (MPa)	Streng vurdering
PE GBP sorteret	1,2	12,1	541	117	14	20	2
PE GBP usorteret	1,9	8,6	615	206	14	21	2
PE GBP usorteret/ PE HUS usorteret	0,6	17,1	688	117	14	24	2
PE HUS usorteret	0,3	50	700	82	23	26	2
PE GBP sorteret/ PE HUS usorteret	0,3	35	643	51	23	26	2
PP HUS usorteret	8	6,8	865	11	24	24	1
PP GPB usorteret	29	7,5	964	23	20	24	1
PP GBP usorteret/ PP HUS usorteret	25	7,2	940	16	20	24	1

MFI for PE er testet ved 190 °C og for PP er testet ved 230 °C

Det ses at alle strenge blev vurderet til enten 1 eller 2.

Set fra Aage Vestergaard Larsen A/S perspektiv, er der opnået gode test resultater da samtlige materialer vurderes at være brugbare i den løbende produktion af PE/PP materialer til genanvendelse. Materialerne vil enten kunne benyttes som særskilte produkt, eller vil kunne indgå i blandinger med andet materiale – afhængigt af hvad det er for specielle egenskaber kunderne efterspørger. Det vurderes således at:

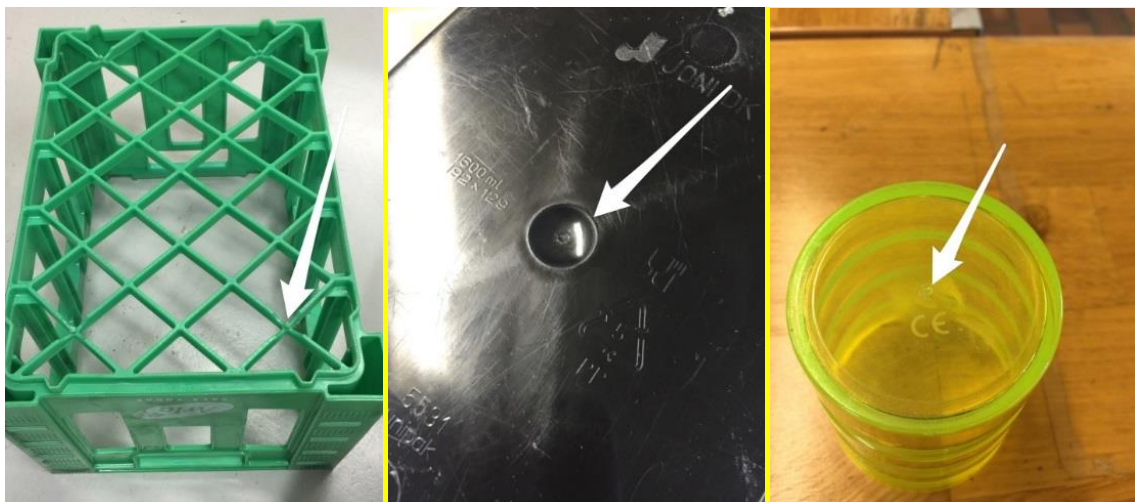
- PP materialet kan bruges "som det er" uden at tilsætte nyvarer. Det kan indgå direkte i produktionen til specifikke materialer eller vil kunne sælges videre til fx sprøjttestøbere. Materialet er af høj kvalitet.
- PE HUS og PE GBP vil uden problemer kunne bruges af Aage Vestergaard Larsen A/S og deres kunder som ekstruderer PE. Der er en noget mindre kundekreds, når der snakkes om kunder som sprøjttestøber af PE.

Der er imidlertid en udfordring i forhold til at levere et materiale, der lever op til Schoeller Plast kvalitetskrav. Schoeller Plast efterspørger til dette projekt PP med en MFI på minimum 8 og gerne over 12 samt PE med MFI over 8. Det testede PP materiale overholder kravene men det testede PE materiale ligger med en så lav MFI, at det ikke umiddelbart kan bruges hos Schoeller Plast. Selv ved at blande materialet med nyvarer i forhold 20/80, kan der ikke opnås på en MFI som er tilstrækkelig. Schoeller Plast kan derfor ikke bruge materialet i sin nuværende form, under de forudsætninger, som projektet har opsat.

Årsagen til de lave MFI'er for PE kan skyldes, at der i forbindelse med den manuelle sortering ikke ses på, hvordan forskellige emner er produceret. Typisk vil emner, der er sprøjttestøbt have en højere MFI end emner, der fx er blæsestøbt. Der er derfor efterfølgende blevet besluttet, at

der skal sorteres efter nye sorteringskriterier i den manuelle sortering. Medarbejderne i plast-sorteringen er fremadrettet blevet bedt om at sortere PE-sprøjtetøbte plastemner fra genbrugspladsen, som en ny særskilt plasttype

Sprøjtetøbning betyder, at der bliver sprøjtet plastik ind i en form. Ved denne teknik, er der et indløbsoverskud som resulterer i et karakteristisk mærke på emnet (se eksempler på). Det karakteristiske mærke giver medarbejderne muligheden for at identificere de sprøjtetøbte produkter. Dette vil samtidig give et overblik over hvor meget af det materiale, der kommer på genbrugsstationerne, som er af sprøjtetøbskvalitet.



Figur 19 Eksempler på plastemner med sprøjtetøbningsmærker

5.2.4.4 Test af PE plast sorteret som sprøjtetøbt kvalitet

PE plast fra genbrugspladser er udsorteret i PE GBP sprøjtetøbt og PE GBP resterende for at undersøge om det er muligt at producere en plast med et tilstrækkeligt højt smelteindex til at plasten lever op til kravene ved Scholler Plast.

Der er blevet lavet laboratorie tests på PE GBP sprøjtetøbt hos Aage Vestergaard Larsen A/S, hvor der ligesom ved tidligere test er blevet testet for smelte indeks (MFI), mekaniske egenskaber og visuelt udseende (streng). Resultat af laboratorietest for PE GBP sprøjtetøbt kan ses i Tabel 24.

Tabel 24 Egenskaber af PE GBP sprøjtetøbt

Materiale	MFI 2,16 kg	Slagstyrke KJ/m ²	Emodul (MPa)	Forlængelse ved brud %	Trækstyrke ved brud (MPa)	Trækstyrke ved flydepunkt (MPa)	Streng vurdering
PE GBP sprøjte-tøbt	16	5	830	>700	13	25	1

Tabel 24 viser, at der ved at sortere PE GBP sprøjtetøb fra den øvrige PE fraktion er opnået et materiale, som adskiller sig væsentligt fra de tidligere forsøg med PE GBP. PE GBP sprøjtetøb er hverken dårligere eller bedre end de resultater, da det afhænger af, hvem der skal bruge materialet efterfølgende og hvilke materialegenskaber, der ønskes. Der er et marked for begge typer PE. Men i forhold til kvalitetskravene hos Schoeller Plast, overholder PE GBP sprøjtetøbt kravene til brug direkte i deres produktion, eller ved tilsætning af få % nyvarer.

Dette er rigtig positivt, da det viser, at det er muligt at oparbejde og lave et materiale af både PP og PE, som er brugbart i plastproducentens nuværende produktion.

5.2.4.5 Valg af materiale til sorteringssystem

Resultaterne i afsnit 5.2.4.3 og afsnit 5.2.4.4 viste at det i princippet er muligt at producere det nye sorteringssystem til køkkenet af både PP og PE. Af hensyn til sorteringssystemets pasning imellem de forskellige elementer skal disse produceres i samme materialer. Dette er af hensyn til brugervenlighed for at sikre, at elementerne altid vil passe sammen uanset, hvornår brugerne måtte ønske at udvide deres system.

Da der skal produceres 2.000 enheder, så er det derfor nødvendigt at se på hvor store mængder plast, der er tilgængeligt. Der er blevet lavet en indholds analyse for at vurdere andelen af henholdsvis PP, PE GBP sprøjttestøbt og PE GBP resterende. Analysen er foretaget ved at udtage en stikprøve på to containere med hård plast fra henholdsvis Holbæk genbrugsplads og Tornved genbrugsplads. Samlet var der 1537 kg hård plast i de to containere viser procentfordelingen af de forskellige plasttyper.

Tabel 25 Indhold af plast i 2 containere med plast fra genbrugspladser

Materiale	September 2015 % indhold	November 2015 % indhold
PE GBP sprøjttestøbt	13	11
PE GBP Resterende	9	17
PP GBP	30	38
Affald	48	29
Jern/Metal		3
Elektronik		2

Af Tabel 25 fremgår, at der kun er 11-13 % PE sprøjttestøbt materiale mod 30-38 % PP i stikprøverne. Med 30-38 % PP vil der være rigelige mængder materiale til rådighed til at kunne producere hele affaldssorteringssystemet af genbrugsmaterialer, mens der med 11-13 % PE sprøjttestøbt formentlig vil være behov for at bruge en større andel nyvarer. Projektgruppen har derfor besluttet, at der stiles mod at lave affaldssorteringssystemet i PP, som er kendetegnet ved at være tilstrækkeligt stift, men samtidig også opnås der en blødhed i fornemmelsen som i den daglige brug giver en god fornemmelse for brugerne.

Ved anvendelse af PE vurderes produktet at være langt mere skarpt og meget mere larmende i lyden og give følelsen af et mere "koldt" materiale. Valget af PP forudsætter dog, at produktionstesten hos Schoeller Plast (jævnfør aktivitet 2.7) viser, at materialet kan bruges i Schoellers produktion.

5.2.5 Manuel versus automatisk sortering

Projektet har fra start af haft en tese om, at manuel sortering af plast giver en langt bedre kvalitet end automatiske sortering. Denne tese er baseret på Aage Vestergaard Larsen A/S egne erfaringer med materiale, der er modtaget fra automatiske sorteringsanlæg. I det følgende sammenlignes egenskaberne af manuelt sorteret plast med erfaringer fra plast sorteret på sorteringsanlæg.

Der er blevet lavet en sammenligning af kvaliteten fra manuel og automatisk sortering af plast på to områder. Den ene sammenligning ser på mængden som udgøres af fejlsorteringen, mens den anden ser på kvaliteten (fx MFI) af det plastgranulat, der kommer ud af de to slags sorteringer.

5.2.5.1 Vurdering af plastens kvalitet fra manuel sortering i form af fejlsorteringer og urenheder.

Der blev i oktober 2015 lavet en måling af antallet af fejlsorteringer i de plastfraktioner, der er blevet sorteret manuelt i Tornved. Der blev testet på PE, PP og PET fra husstandsindsamlingen. Tabel 26 viser mængden af direkte fejlsorteringen, dvs. når der fx er PP eller PS i PE-fraktionen som skyldes manuel sorteringsfejl. Figuren viser også andelen af medfølgende forurening, dvs. den plast-forurening, der sidder på emnet, der bliver sorteret. Dette kunne fx være, når der sidder propper af PP på en flaske, der er lavet af PE og som derfor vil blive sorteret fra som PE.

Tabel 26 Fejlsorteringer og forureninger manuel sortering HUS, Tornved

Materiale	Direkte fejlsorteringer	Medfølgende forureninger	Papirlabels	Total
PE	77 gram $\approx$ 0,5 %	933 gram $\approx$ 6 %	291 gram $\approx$ 2 %	1301 gram $\approx$ 8,5 %
PP	167 gram $\approx$ 2 %	0 gram $\approx$ 0 %	37 gram $\approx$ 0,5 %	204 gram $\approx$ 2,5 %
PET	257 gram $\approx$ 2,5 %	765 gram $\approx$ 7 %	368 gram $\approx$ 3,5 %	1390 gram $\approx$ 13 %

Tabel 26 viser, at mængden af direkte fejlsorteringer (forkert polymermateriale) er meget lav (0,5-2,5%) i den manuelle sortering. Den primære årsag til "forurening" skyldes medfølgende forureninger, hvilket der ikke kan gøres noget ved under sorteringen, da det vil være for ressourcekrævende at fjerne alle propper.

Det skal her bemærkes at man ved oparbejdning i det eksisterende udenlandske behandlingssystem for fx PET granulerer flaskerne og frasorterer propperne med vægtfylde separation hvorfor den medfølgende forurening ikke er et problem. Dog kan evt. PP forurening af PE forringe produktets værdi.

Generelt ses en at der kan opnås en meget høj renhedsgrad ved manuel sortering på over 97,5%.

5.2.5.2 Vurdering af plastens kvalitet fra automatisk sortering

Aage Vestergaard Larsen A/S har bestilt materiale hjem fra 4 automatiske sorteringsanlæg i Europa for at vurdere kvaliteten af materialerne.

Fra de 2 af sorteringsanlæggene var det ikke – på grund af platen var for beskidt og for uensartet- muligt at lave smelteindeks, trækprøver og ej heller muligt at sprøjtestøbe et prøveemne. Fra anlæg nr. 3 var det muligt at sprøjtestøbe et prøveemne og efterfølgende lave et datablad (se Tabel 27 Egenskaber af testede plastmaterialer fra sorteringsanlæg), som viste et tilfredsstillende smelteindeks. Dog var der en uønsket ruhed i prøvestrengen og der indgik en række uønskede emner som silikone og træ der ender en restfraktion ved oparbejdning ved Aage Vestergaard Larsen A/S.

Tabel 27 Egenskaber af testede plastmaterialer fra sorteringsanlæg

Materiale	MFI 2,16 kg	Slagstyrke KJ/m ²	Strengvur- dering	Primær forurening	Sekundær forure- ning vægtfylde >1 g/cm ³	Bemærkning
PP/PE 80/20 (anlæg 3)	12	7	2	15-20% PE	SBS gummi, sili- kone, PEX, træ	Træ, PEX er alvorligste foru- rening. Produktion af prøve- emne i lab ekstruder ikke mu- lig
PP Mono (anlæg 4)	23	8,6	1	5-10% PE		Kan benyttes i produktion

Fra anlæg 4 kunne der laves normale test og materialet kan bruges som tilsætning i Aage Vestergaard Larsen A/S normale produktion, men som det ses har plasten ikke samme renhed, hvilket klart forringer værdiskabelsen.

Aage Vestergaard Larsen A/S konklusion er, at plasten fra mange automatiske sorteringsanlæg grundet sammenblandede plastprodukter og uønskede materialer som træ og silikone ikke endnu er rentabelt at oparbejde til granulat, da der ikke finder en reel værdiskabelse sted. Det skal dog nævnes at i hvert fald et anlæg har kunnet levere en kvalitet der var tilfredsstillende men med mindre renhed end manuelt sorteret plast.

5.2.5.3 Fremtiden for manuel sortering

Ovenstående konklusioner bygger på praktisk udførte arbejdsgange og forsøg i projektet, hvor det har vist sig, at kvaliteten i manuelt sorteret plast overstiger den kvalitet, der er modtaget prøver på fra andre europæiske automatiske sorteringsanlæg.

Forsøg og konklusion vedrørende kvaliteten i manuelt sorteret plast skal imidlertid ikke opfattes som et endegyldig udsagn eller anbefaling af manuel sortering frem for automatisk. Der sker en kæmpe udvikling af teknologier inden for plastsortering i disse år. Det anses ikke for usandsynligt, at der i Europa om meget kort tid vil ses automatiske sorteringsanlæg, som kan sortere i en kvalitet svarende til kvaliteten ved den manuelle sortering i Holbæk. Eller måske mere sandsynligt, vil der ses procesanlæg ved oparbejdningsevner, som kan oparbejde plast fra automatiske sorteringsanlæg til en kvalitet, svarende til den, der kan opnås fra manuelt sorteret plast.

Ligeledes er der ved at være færdigudviklede robotter – både i Danmark og i udlandet – som med forskellige teknologier vil gøre den manuelle sortering overflødig. På nuværende tidspunkt er flere af disse robotter ved at nå et meget attraktivt prisniveau, så de nye robotter vil utvivlsomt gå ind og afløse den manuelle sortering.

5.2.6 Test produktion hos Schoeller Plast

Der er blevet gennemført en testproduktion af et eksisterende produkt hos Schoeller Plast for at vurdere om de indsamlede og oparbejdede materialer har en kvalitet, som kan anvendes i en serie produktion hos Schoeller Plast. Formålet med produktionstesten er at sikre, at det er muligt for Schoeller Plast at kunne gennemføre en normal produktionscyklus med de pågældende materialer og dermed undersøge om materialerne har en kvalitet, der modsvarer de traditionelle oparbejdede materialer.

Der er blevet lavet en testproduktion på både PP og PE sprøjttestøbt. Dette skyldes, at projektets parter er interesseret i at undersøge om materialet fra den manuelle sortering er brugbart hos Schoeller Plast i andre produkter med henblik på at erstatte virgine råvarer. Tabel 28 viser mængden af forskellige materialer, der er blevet testet, samt hvor mange emner, der er blevet produceret. Der er i alt gennemført test af ca. 2404 kg materiale, hvoraf der er produceret ca. 1200 færdigproducerede emner fratrasket spild, indkøring osv.

Tabel 28 Mængde materiale der er testet i produktionstesten

Materiale	Mængde testet kg	Antal emner produceret
PP GBP blandet med PP HUS PP	193	80
PP GBP	681	320
PE GBP - sprøjtestøbt	1530	795



Figur 20 Færdig producerede kasser af typen DK 136

Testen er blevet gennemført på et eksisterende værktøj med henblik på at vurdere de forskellige plasttyper og deres evne til at fungere som direkte erstatning for nye virgine råvarer. Emnet, der testes på, er en standard kasse fra Schoeller Plasts sortiment (DK 136), hvor testkriterier er kendte, hvilket muliggør at lave en sammenligning. Standardkassen anses som værende repræsentativ for sorteringssystemet, da denne form kan produceres i både HDPE og PP.

Der testet på en række kriterier i forbindelse med produktionstesten:

- Kan emnet fyldes, - Løber materialet helt ud i formen og støber gode emner.
- Ved normal lukketryk – angivet ved det lukketryk som er nødvendigt for sikre kvaliteten
- Ved normal køletid – Køles emnet ned til alm temp og forbliver emnet stabilt.
- Cyklustid – Kan vi støbe emnet på den forventede produktionstid.
- Visuel inspektion af fugt – Hvordan er overfladen på råvaren – jævn eller skjoldet
- Visuel inspektion af farve – Er emnet jævnt indfarvet
- Visuel inspektion af indfald af sider – Vurdering af hvordan materialet trækker sig
- Indløbspunkter træde – her vurderes det om materialet slipper ved indløbspunkter.

Emnerne vurderes på en skala fra 1 til 5, hvor 1 indikerer et ringe resultat, mens 5 betyder problemfrit forløb og perfekt støbt emne.

Tabel 29 Resultatet af produktionstesten

	PP GBP blandet med PP HUS	PP GBP	PE GBP - sprøjtestøbt
Kan emnet fyldes	5	5	5
Ved normalt lukketryk	5	5	5
Ved normal køletid	5	5	5
Cyklustid	5	5	5
Visuel inspektion af fugt	3	3	3
Visuel inspektion af farve	4	4	4
Visuel inspektion af indfald af sider	4	4	4
Indløbspunkter - tråde	5	5	5
Indløbspunkter – dyse mærker	5	5	5

Som det ses af Tabel 29 er de kriterier som de testede emner, scorer lavest i, er visuel inspektion af fugt, da fugt giver anledning til skjolder. Såfremt en kunde kan acceptere en mere mat overflade samt skjolder i overfladen, giver udseendet af færdigstøbte emner ikke anledning til udfordringer. Fugtskjolder kan muligvis minimeres ved at for tørre råvaren. Ved testproduktionen blev det bemærket, at det genanvendte materiale har en udfordringen i forhold til lugt. Lugten kan primært konstateres ved at materialer lugter anderledes og lidt mere markant end virgine materiale. Hvis lugtgener under produktion kan accepteres, vil dette ikke give unødigt anledning til ændringer.

Stabelstyrker og kompression i de producerede emner giver ikke anledning til konflikter i sammenlignet med samme emne produceret i nyvarer. Kompressioner ligger inden for den accepterede tolerance.

På baggrund af de gennemførte produktionstests kan det konkluderes, at materialerne produktionsmæssigt opfylder alle Schoeller Plast krav til produktion og proces parametre uden, at der må lempes på krav i forhold til nyvarer. Det testede materiale har så god en kvalitet, at det 1 til 1 kan gå ind og erstatte nyvarer i Schoeller Plast eksisterende produktion. Mange af Schoeller Plast nuværende produkter vil fremadrettet kunne støbes i genanvendt plast såfremt fx Aage Vestergaard Larsen A/S vil kunne levere materiale til en rentabel og konkurrencedygtig pris.

For projektet betyder produktionstestens resultater, at det er muligt at støbe det nye sorterings-system i 100 % genanvendt materiale fra Fors A/S. Projektets oprindelige mål var en anvendelsesgrad af min. 20 % genanvendt materiale tilsat virgine materialer. Projektets partnere er nået i mål med at kunne producere i 100% kværnet genanvendt materiale uden tilsætning af nyvarer eller at gå på kompromis med kvaliteten.

5.2.7 Business case for genanvendelse af plast

Der blev udarbejdet to business cases for genanvendelse af plast, som fokuserede på henholdsvis hård plast fra genbrugspladsen og plast fra husstandsindsamlingen, da der, som beskrevet, er store variationer på omkostninger for manuel sortering og det videre afsætningspotentiale for de to plastfraktioner.

5.2.7.1 Business case for hård plast fra genbrugspladsen

Der blev lavet en business case for manuel sortering af hård plast fra genbrugspladsen baseret på to forskellige scenarier: 1) Afsætning af sorteret hård plast til Aage Vestergaard Larsen A/S., 2) Fors A/S afsatte inden projektet den usorterede hårde plast fra genbrugspladser via RGS 90.

Sorteringsforsøg hos Fors A/S viste, at to personer kan sortere 1.537 kg plast på 3 timer, hvilket svarer til 512 kg per time. Heraf burde 66 % være HD PE (02) og PP (05) jævnfør Tabel 7 på side 19. Der blev udelukkende taget hensyn til tidsforbruget for at udsortere plasttyper, som kunne afsættes til Aage Vestergaard Larsen A/S, hvilket betød, at der sorteredes omkring 339 kg hård plast per time. På baggrund af en gennemsnitlig timeløn for sorteringspersonalet betyder dette, at det koster Fors A/S 1,01 kr./kg at sortere den hårde plast manuelt. Herunder er transportomkostninger per kilo medtaget, som er udregnet til 0,44 kr./kg ved transport mellem Tornved Genbrugsplads og til modtageplads i Brøndby hos en underleverandør til Aage Vestergaard Larsen A/S. Tabel 30 viser, at det koster Fors A/S 0,20 kr./kg af afsætte den sorte rede plast til Aage Vestergaard Larsen A/S.

Tabel 30: Scenarie 1: Afsætning af sorteret hård plast fra genbrugspladsen

Scenarie 1:	
Sorteringsomkostninger	1,01 kr./kg
Transportomkostninger	0,44 kr./kg
Indtægter ved salg	-1,25 kr./kg
Samlet udgift	0,20 kr./kg

Fors A/S betalte 1.000 kr. per ton (dvs. en udgift) for at afsætte plasten usorteret til RGS 90. Dette svarer til 1,27 kr./kg, hvis transportomkostningerne medtages (se Tabel 31). Det betyder, at Fors A/S opnår en besparelse på 1,07 kr./kg ved at sortere plasten manuelt og afsætte denne til Aage Vestergaard Larsen A/S. Fors A/S har derfor valgt at forsætte den manuelle sortering af hård plast fra genbrugspladsen efter projektets afslutning.

Tabel 31: Scenarie 2: Afsætning af usorteret hård plast fra genbrugspladsen

Scenarie 2:	
Transportomkostninger	0,27 kr./kg
Betaling til RGS90	1,00 kr./kg
Samlet udgift	1,27 kr./kg

5.2.7.2 Business case for plast fra husstandsindsamlingen

Der blev lavet en business case for manuel sortering af husholdningsplast baseret på to forskellige scenarier: 1) Afsætning af sorteret husholdningsplast til Aage Vestergaard Larsen A/S, 2) Afsætning af den usorterede husholdningsplast via KARA/NOVEREN (Fors A/S leverede inden projektet opstart usorteret husholdningsplast hertil).

Sorteringsforsøg hos Fors A/S viste, at to personer kan sortere 1.141 kg husholdningsplast på 5 timer, hvilket svarer til 228 kg per time. Heraf burde 46% være HD PE (02) og PP (05) jævnfør Tabel 5 på side 18. Der blev udelukkende taget hensyn til tidsforbruget for at udsortere plasttyper, som kan afsættes på markedet (dvs. som Aage Vestergaard Larsen A/S kan oparbejde i forbindelse med projektet), hvilket betyder, at der sorteredes omkring 104 kg husholdningsplast per time. På baggrund af en gennemsnitlig timeløn for sorteringspersonalet betyder dette, at det koster Fors A/S 3,32 kr./kg at sortere husholdningsplasten manuelt. Herunder er transportomkostninger per kilo medtaget, som er udregnet til 0,42 kr./kg ved transport mellem

Tornved Genbrugsplads og til modtageplads i Brøndby hos en underleverandør til Aage Vestergaard Larsen A/S. Tabel 32 viser, at det koster Fors A/S 2,49 kr./kg af afsætte den sorterede husholdningsplast til Aage Vestergaard Larsen A/S.

Tabel 32: Scenarie 1: Afsætning af sorteret husholdningsplast

Scenarie 1:	
Sorteringsomkostninger	3,32 kr./kg
Transportomkostninger	0,42 kr./kg
Indtægter ved salg	-1,25 kr./kg
Samlet udgift	2,49 kr./kg

Fors A/S betaler 1.400 kr. per ton (dvs. en udgift) for at afsætte plasten usorteret til KARA/NOVEREN. Dette svarer til 1,67 kr./kg, hvis transportomkostningerne medtages (se Tabel 33). Det betyder, at Fors A/S har en merudgift på 0,82 kr./kg ved at sortere husholdningsplasten manuelt og afsætte denne til Aage Vestergaard Larsen A/S.

Tabel 33: Scenarie 2: Afsætning af sorteret husholdningsplast

Scenarie 2:	
Transportomkostninger	0,27 kr./kg
Betaling til KARA/NOVEREN	1,40 kr./kg
Samlet udgift	1,67 kr./kg

Ovenstående tal vedrørende scenarie 1 forudsætter desuden, at Aage Vestergaard Larsen A/S vil medtage den sorterede husholdningsplast, hvilket ikke er tilfældet. Dette skyldes, at husholdningsplasten i forbindelse med projektet er blevet oparbejdet på et særligt demonstrationsanlæg med særskilt midlertidig miljøgodkendelse, da det normale produktionsudstyr hos Aage Vestergaard Larsen A/S ikke kan håndtere snavset husholdningsplast med en lav godstykkelse.

For at undersøge potentialet i at opnå en positiv business case eller et break-even scenarie har Fors A/S med assistance fra COWI undersøgt forskellige andre afsætningsmuligheder. Undersøgelserne viste, at der ikke umiddelbart er afsætningsmuligheder af sorteret husholdningsplast i Danmark. Det skyldes bl.a., at der ikke findes vaskeanlæg til husholdningsplast i Danmark, da snavset husholdningsplast giver større udfordringer med mikroorganismer med mere, hvorfor vask er påkrævet. Dette gør samtidig, at kravene i en evt. miljøgodkendelse vil være væsentligt større end ved oparbejdning af plast fra genbrugspladsen. COWIs analyse viste, at der findes et par anlæg i Sverige og Tyskland, der kan modtage sorteret husholdningsplast, men ved afsætning i udlandet bliver transporten et væsentligt fordyrende element, hvorved der ikke kan opnås en positiv business case. Samtidig er Fors A/S plastmængder for små og spredt ud over året. Set på årsbasis vil der fx være 51 ton PET (01), 51 ton HD PE (02), 21 ton LD PE (04) og 36 ton PP (05) jævnfør Tabel 7 på side 19. Dette betyder, at der måske kun er godt 4 ton af de største plastfraktioner til rådighed, hvilket er for lidt, såfremt at det skal være interessant for en plastoparbejder at modtage det.

Da Aage Vestergaard Larsen A/S og den øvrige danske plastindustri på nuværende tidspunkt ikke kan modtage den sorterede husholdningsplast, og der derfor ikke kan skabes en positiv business case, har Fors A/S valgt ikke at forsætte den manuelle sortering af plast fra husholdningerne efter projektets afslutning. Fors A/S indsamler dog fortsat husholdningsplast fra alle husstande i Fors A/S indsamlingsområde, men plasten afsættes i stedet på almindelige markedsvilkår. Der er ikke på nuværende tidspunkt truffet beslutning om, hvor vidt Aage Vestergaard Larsen A/S eller andre aktører i den danske plastindustri skal investere i teknologi, der gør det muligt at modtage sorteret husholdningsplast i fremtiden.

5.3 Arbejdspakke 3: Udvikling af affaldssorteringssystem af genbrugsplast

Hvis affaldskunden skal ændre adfærd til øget sortering, så kræver det, at det er nemt at sortere affald, hvilket et godt designet affaldssorteringssystem kan medvirke til. Arbejdspakke 3 har drejet sig om teknologiudvikling af et affaldssorteringssystem produceret af recirkulerede materialer (red. genbrugsplast fra husstandsindsamling og genbrugspladser). Følgende aktiviteter har udgjort arbejdsplanen:

- Aktivitet 3.01 Projektledelse
- Aktivitet 3.02 Projektgruppemøder
- Aktivitet 3.1 Udredning af juridiske regler omkring udbud af affaldssorteringssystem
- Aktivitet 3.2 Kundeundersøgelse af Fors A/S kunders ønsker og behov
- Aktivitet 3.3 Fokusgruppemøde for kunder i Fors A/S
- Aktivitet 3.4 Konceptskitser til affaldssorteringssystem
- Aktivitet 3.5 Udarbejdelse af grundmodeller
- Aktivitet 3.6 Demo-produktion af mock-ups
- Aktivitet 3.7 Brugertest af mock-up i Fors A/S
- Aktivitet 3.8 Evaluering af brugertest
- Aktivitet 3.9 Konstruktion af affaldssorteringssystem
- Aktivitet 3.10 Produktion af støbeform til prototype
- Aktivitet 3.11 Demo-produktion til storskalaforsøg i Holbæk
- Aktivitet 3.12 Konference om affaldssorteringssystemet

5.3.1 Juridiske regler omkring udlevering af affaldssorteringssystem

Projektgruppen har arbejdet med at afdække de juridiske regler for uddeling af affaldssorteringssystemer i henhold til kommunalfuldmagten. Sideløbende med gennemførelsen af projektet har det i affaldsbranchen været debatteret, hvilket råderum kommunalfuldmagten giver affaldsselskaberne i forhold til at udlevere materiel til kunderne. I skrivende stund verserer flere sager i statsforvaltningen, som omhandler affaldsselskabers oparbejdning og salg af affaldsfraktioner. Der er endnu ikke truffet afgørelse i sagerne, og derfor kan der i dette projekt ikke svares på, om udlevering af affaldssorteringssystemer er i strid med kommunalfuldmagten.

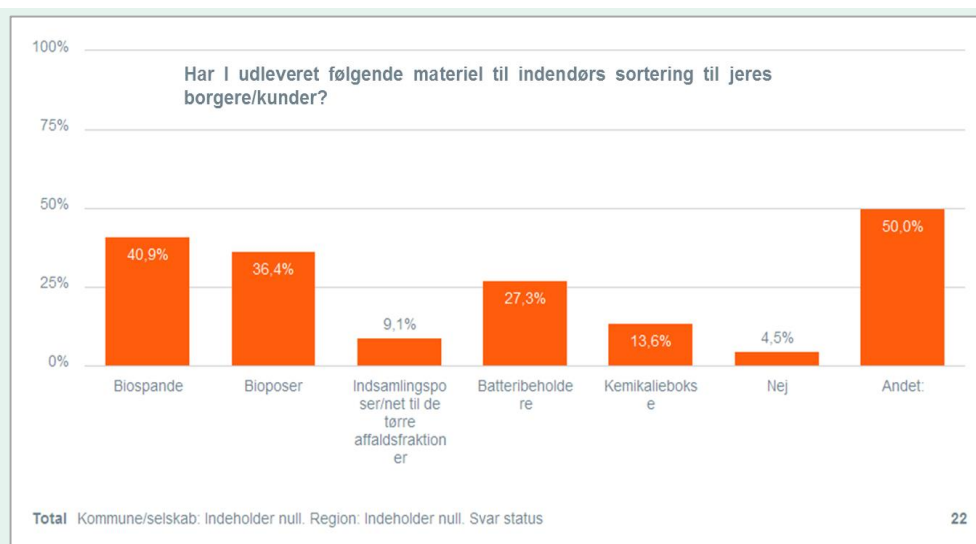
Undersøgelse blandt danske affaldsselskaber

Forud for projektet havde projektgruppen en tese om, at udlevering af indendørs materiel i forbindelse med affaldsindsamling, er almindeligt udbredt blandt de danske affaldsselskaber. I samarbejde med Dansk Affaldsforening (DAF) satte Fors A/S sig for at undersøge denne påstand. Således gennemførte Fors A/S og DAF i 2015 i fælleskab en spørgeskemaundersøgelse blandt DAF's medlemmer og en række andre affaldsselskaber. Undersøgelsen havde til formål at afdække, i hvor vid udstrækning affaldsselskaber i dag udleverer materiel til indendørs sortering blandt affaldskunderne og samtidig kortlægge, hvilke typer materiel der udleveres til kunder og hvad begrundelserne har været for udleveringen.

Undersøgelsen blev foretaget som en stikprøve blandt en geografisk bred repræsentation af danske affaldsselskaber, som blev inviteret til at deltage. Spørgeskemaet havde en base på 47 respondenter, hvoraf 33 har gennemført besvarelsen. Det giver en svarprocent på 70 %, hvilket vurderes som tilstrækkeligt til en valid undersøgelse.

Blandt de modtagne besvarelser svarer hele 67 %, at de foretager sig noget aktivt for at hjælpe borgerne med at sortere, herunder uddeling af forskellige typer af materiel og udstyr. Mest udbredt er udlevering af spande og poser til bioaffald, men også anden form for materiel, som fx batteri- og kemibeholdere bliver udleveret. Figur 21 viser, fordelingen af udleveret materiel blandt de affaldsselskaber, der har svaret ja til, at foretage sig noget aktivt:

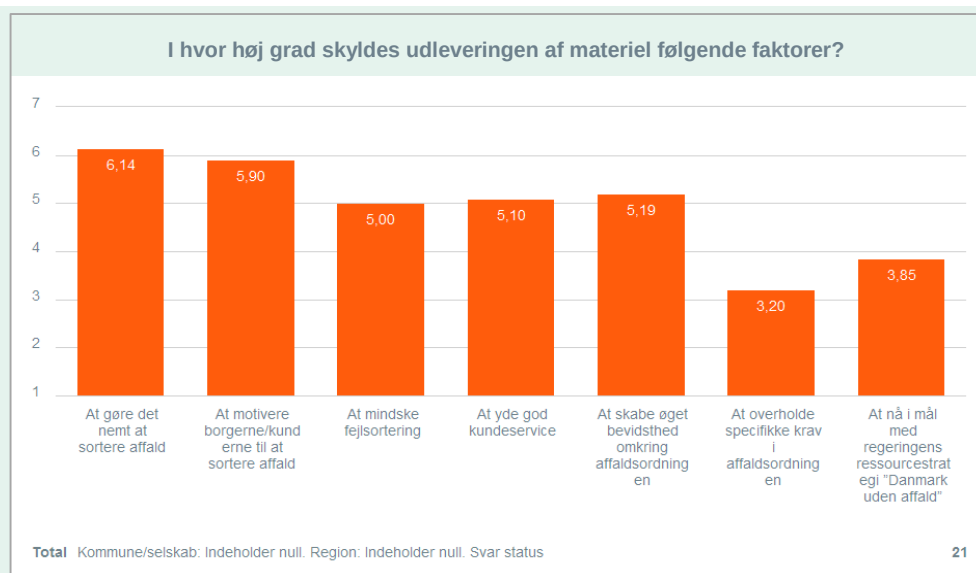
De selskaber, der har angivet, at de har udleveret "andet" end de angivne kategorier har udfyldt et fritekst-felt med angivelse af, hvad det så er, de har udleveret. Af fritekstbesvarelsene



Figur 21: Udlevering af indendørs materiel fordelt på type.

fremgår det, at 39 % udleverer en form for beholdere. Fx uddeler en af respondenterne 15 l. spande med låg til genanvendelige fraktioner, så det er lettere at transportere affaldet til nedgravede affaldsøer. 31 % udleverer klistermærker til at sætte på eksisterende beholdere og 31 % har angivet forskelligt informationsmateriale.

Affaldsselskaberne blev i undersøgelsen bedt om at angive, i hvor høj grad udleveringen af materiel skyldes forskellige faktorer. Resultatet viser, at motivationen for udlevering af materiel primært er "at gøre det nemt at sortere affald" og "at motivere borgerne/kunderne til at sortere affald". Derudover har yderligere tre faktorer ("at mindske fejlsortering", "at yde god kundeservice" og "at skabe øget bevidsthed omkring affaldssortering") også opnået en betydelig score i undersøgelsen. Figur 22 viser fordelingen af svar omkring motivation for udlevering af materiel til kunderne.



Figur 22: Motivationsfaktorer for udlevering af indendørs materiel blandt de selskaber, der udøver denne praksis.

Endelig er selskaberne i undersøgelsen blevet bedt om at vurdere effekten af deres udlevering af materiel til forbedring af indendørs affaldssortering. Der er her blandt selskaberne en overvejende positiv tilkendegivelse af, at der som følge af materialeudleveringen er opnået følgende effekter:

- En større mængde genanvendeligt affald
- En øget motivation blandt borgere/kunder til at sortere
- Renere fraktioner med færre fejlsorteringer
- En større bevidsthed om affaldssortering blandt borgere/kunder
- Større kundetilfredshed

Konklusionen på spørgeskemaundersøgelsen er, at der er en tydelig stillingtagen blandt selskaberne til, at det er nødvendigt aktivt at vejlede og/eller påvirke borgernes/kundernes sorteringsvaner for at fremme en god sortering. Således har 2 ud af 3 selskaber angivet at de på den ene eller den anden måde gør noget aktivt for at påvirke deres borgere/kunder. Hovedparten af de tiltag, selskaberne anvender, retter sig mod kundernes/borgerne sorteringsindsats inde i hjemmet. Dette kan ses som et udtryk for at gode sorteringsvaner ikke opstår af sig selv og at mange borgere/kunder har brug for opfordring og vejledning for at sortere deres affald. Undersøgelsen viser også, at hovedparten af selskaberne vurderer, at deres indsats gør en forskel og rent faktisk sikrer en bedre sortering og en øget bevidsthed.

En grundigere gennemgang af spørgeskemaundersøgelsens resultater kan findes i Dokument 2 (se side 87)

Kommunalfuldmagten

Fors A/S skal som kommunalt ejet affaldsselskab leve op til de uskrrevne bestemmelser i Kommunalfuldmagten. Dette indbefatter blandt andet et forbud mod at drive kommunal erhvervsvirksomhed, med mindre der foreligger lovhjemmel herfor. Forbuddet omfatter både virksomhed med og uden profit. Der findes dog visse undtagelser, under hvilke affaldsselskabet i begrænset omfang må drive erhvervsvirksomhed. Blandt disse er:

- **Salg af biprodukter fra lovlig kommunal aktivitet**

Et biprodukt skal i denne sammenhæng være en naturlig, tilfældig og uundgåelig følge af en kommunal opgave og skal sælges til markedsprisen.

- **Salg af overskudskapacitet**

Hvis den kommunale kapacitet til affaldshåndtering utilsigtet overstiger det behov, som er nødvendigt for at løse den lovpligtige kommunale opgave, må der ske salg af overskudskapacitet til markedsprisen. Opgaven må ikke allerede varetages på en rimelig måde af private erhvervsdrivende.

- **Accessorisk virksomhed**

Accessorisk virksomhed er en selvstændig opgave, der isoleret set falder uden for kommunens lovlige opgaveområde, men som alligevel må varetages fordi den har en "nær og naturlig sammenhæng" med den lovlige aktivitet. Denne undtagelse anvendes kun i tilfælde, hvor det ville være urimeligt og ufornuftigt, hvis kommunen ikke kunne udføre opgaven.

Efter gennemgang af en række tidligere "sager" og udredninger om lignende projekter, hvor affaldsselskaber har udleveret eller solgt affald fra genbrugspladser, er konklusionen, at oparbejdning af plastaffald og udlevering af affaldssorteringssystemer til kunderne i Fors A/S opland ikke umiddelbart falder inden for nogle af de nævnte undtagelser fra kommunalfuldmagten. Der er til gengæld andre forhold der taler for, at der burde kunne gives tilladelse til disse aktiviteter:

1. Projektet konkurrerer ikke med det private erhvervsliv

Der findes i dag ikke indendørs affaldssorteringssystemer på markedet, som kan håndtere det antal fraktioner, Fors A/S beder sine kunder sortere i. Der findes heller ikke nogen sorteringssystemer, der lever op til det ønske, Fors A/S har om, at beholderne skal være produceret af genanvendt husholdningsplast. Således konkurrerer Fors A/S ikke med private erhvervsdrivende, da ingen af disse i dag kan levere produktet. Dette kan naturligvis ændre sig i fremtiden.

2. Projektet skal sikre en højere genanvendelsesprocent

Fors A/S skal som kommunalt ejet affaldsselskab øge andelen af affald, der bliver genanvendt – blandt andet for at bidrage til gennemførelsen af ressourcestrategien. Det er en velkendt problemstilling i affaldsbranchen, at mange affaldskunder ikke ser koblingen mellem det affald, de indleverer på genbrugspladsen eller frasorterer i deres hjem, og så selve genanvendelsen og slutproduktet. I projektet har kunderne selv leveret det affald, deres nye affaldssorteringssystem er produceret af, og de har selv deltaget i designudviklingen af systemet. Ved på denne måde at inddrage kunderne i genanvendelsesprocessen og skabelsen af det nye produkt, er det håbet at skabe netop en kobling mellem affaldssortering og genanvendelse og samtidig skabe et engagement, der motiverer til en forbedret sorteringsindsats.

3. Projektet skal skabe lokalt engagement

Som nævnt i det ovenstående er det forventningen i projektet, at kundernes deltagelse i udviklingen af produktet skaber et øget lokalt engagement omkring affaldssortering generelt i Holbæk Kommune. Fors A/S beder sine kunder sortere deres affald i 8 fraktioner og det er afgørende for sorteringens succes, at kunderne er engagerede og villige til at deltage. Dette engagement skal skabes ved at tydeliggøre nytten af sorteringen ved at tilbagelevere et produkt, der er skabt af selv samme affald, kunderne har sorteret i deres køkkener.

4. Projektet skal løbe en udvikling i gang

Plastsortering og plastgenanvendelse er stadig i sin tidlige vorden i Danmark på trods af, at udviklingen er længere i vores nabolande. Det er tidligere set, at en udvikling ikke kommer af sig selv, og en aktiv indsats inden for sortering og genanvendelse af plast er endnu ikke sket fra kommerciel side. Indtil nu har ingen private aktører meldt sig på banen til at sortere den husholdningsindsamlede plast eller til at skabe de indendørs sorteringsløsninger, kunderne efterspørger. På samme måde som det var tilfældet, da genanvendelse af papir stadig var nyt i Danmark og de kommunale selskaber måtte foretage investeringerne i papirmøllerne, er der også nu brug for at de kommunale affaldsselskaber hjælper med at løbe en udvikling i gang – som evt. senere delvist kan overtages af det private erhvervsliv. Projektet bidrager til den push-effekt, der er nødvendig for at sætte gang i en udvikling af øget plastsortering og -genanvendelse i Danmark.

Fors A/S vil i kølvandet på projektet fremføre disse argumenter for fortsat at kunne udlevere affaldssorteringssystemer produceret af eget indsamlede genbrugsplast til sine kunder.

5.3.2 Kundeundersøgelse af Fors A/S kunders ønsker og behov

Udviklingen af det nye sorteringssystem til køkkenet tager udgangspunkt i en kortlægning af, hvordan Fors A/S kunder sorterer deres affald i dag og hvilke ønsker de har til et nyt sorteringssystem, hvis det skal matche deres behov. Der er gennemført en kundetilfredshedsundersøgelse for at kortlægge Fors A/S kunders ønsker og behov.

Undersøgelsen er gennemført som et spørgeskema med anonym besvarelse over internettet. Undersøgelsen har været sendt ud via forskellige kanaler for at nå to forskellige målgrupper: Enfamiliehuse og etageejendomme. Målsætningen for projektet var 500 besvarelser, men der har i alt været 1189 besvarelser, hvilket er langt over målsætningen. Heraf er 949 respondenter fra Holbæk Kommune, mens 240 respondenter er bosiddende i en anden kommune end Holbæk. Antallet af besvarelser vurderes som tilstrækkeligt til en valid undersøgelse.

En grundigere gennemgang af spørgeskemaundersøgelsens resultater er vedlagt som Dokument 3 (se side 87).

Overordnede findings i kundeundersøgelsen

Den samlede tilfredshed med sortering af affald for alle typer affald blandt respondenter fra etageboliger er på 4,5 på en skala fra 1 til 7, mens den er på 5,2 blandt respondenter fra enfamiliehuse. Det betyder, at der generelt er lavere tilfredshed blandt respondenter, der bor i etageboliger end respondenter, der bor i enfamiliehuse. Beboere i etageboliger giver en samlet vurdering på lidt over middel, hvorfor det formodes, at de vil være villige til at søge efter alternative løsninger til de fleste affaldstyper. Det er særligt løsninger til metal, plast, bio og restaffald, der besidder et potentiale i forhold til beboere i etageboliger. Respondenter fra enfamiliehuse er generelt mere tilfredse med deres nuværende løsning, særligt med deres håndtering af glas- og papir-affald.

Særligt respondenter fra etageboliger vurderer, at de vil sortere mere affald, såfremt de får et bedre sorteringssystem til køkkenet (66 %). For enfamiliehuse er der også potentiale for bedre sortering (dog lidt lavere), da svarprocenten er på 35 %. Kundeundersøgelsen viser, at beboere fra etageboliger har den største interesse i at få et nyt indendørssorteringssystem (50 % for Holbæk Kommune og 66 % for andre kommuner). Til sammenligning vil 43 % af enfamiliehusene i Holbæk Kommune og 46 % af enfamiliehusene i andre kommuner gerne have et nyt system.

Respondenter fra Holbæk Kommune føler generelt, at de ved mere omkring affaldssortering end respondenter, der bor andre steder i Danmark. Den største motivationsfaktor i forhold til at sortere affald på tværs af bopælskommune og boligtype er det miljømæssige, at man gør noget godt for miljøet. Den anden højeste motivationsfaktor er "sådan er affaldsordningen i min kommune". Særligt gældende for respondenter fra Holbæk er, at økonomi også er en motivationsfaktor, da det i Holbæk er billigere at sortere affald grundet vægtafregning på rest- og bioaffald.

Med hensyn til sortering af forskellige affaldstyper er der følgende overordnede konklusioner:

- **Rest-affald:** Størstedelen (over 90 %) af respondenterne fra enfamiliehuse sortere restaffald under køkkenvasken. De mest benyttede beholdertyper er stativ eller en skraldespand med pose på køkkenlågen eller en udtræksløsning under køkkenvasken. Over 75 % tømmer deres beholder til restaffald hver eller hver anden dag.
- **Bio-affald:** Generelt er der kun få respondenter fra andre kommuner end Holbæk, der sorterer bio-affald, mens det blot er 8 % fra enfamiliehuse og 27 % fra etageboliger i Holbæk, der *ikke* sorterer. Størstedelen af respondenterne (over 85 %) sorterer bioaffald under køkkenvasken i en udtræksløsning. Over 70 % tømmer deres beholder til bioaffald hver eller hver anden dag.

- **Glas-affald:** Størstedelen af alle respondenterne rengør glasset i større eller mindre grad inden det smides ud. Der er stor forskel på, hvordan respondenter fra enfamiliehuse og etageboliger håndterer glas-affald. 73 % af respondenterne fra enfamiliehuse går ud med glasset med det samme og har derfor ikke behov for opbevaring, mens godt halvdelen af respondenterne fra etageboligerne opbevarer deres glassaffald løst i køkkenet (kun 26 % går ud med glas-affald med det samme).
- **Papir-affald:** Ligesom med glas-affald er der stor forskel på, hvordan respondenter fra enfamiliehuse og etageboliger håndterer papir-affald. Respondenter fra enfamiliehuse går enten direkte ud med papir-affaldet med det samme (45 %) eller opbevarer det et andet sted i hjemmet end køkkenet (42 %), mens respondenterne fra etageboliger typisk opbevarer papir-affaldet et andet sted i hjemmet (56 %). Papir-affaldet bliver enten opbevaret i en beholder/kasse uden pose ellers ligger det løst uanset boligtype.
- **Plast-affald:** Resultater for plast-affald er kun gældende for Holbæk Kommune. Størstedelen af respondenterne rengør plasten i større eller mindre grad inden den smides ud. 79 % afleverer i dag deres plast-affald på genbrugspladsen. Af disse opbevarer størstedelen plast-affaldet et andet sted i hjemmet end køkkenet (60 %). De opbevarer typisk (over 80 %) plasten i en pose eller en beholder/kasse med eller uden pose.
- **Metal-affald:** Resultater for metal-affald er kun gældende for enfamiliehuse i Holbæk Kommune. Størstedelen af respondenterne rengør metallet i større eller mindre grad inden den smides ud. 83 % afleverer i dag deres metal-affald på genbrugspladsen. Af disse opbevarer størstedelen metal-affaldet et andet sted i hjemmet end køkkenet (55 %). De opbevarer typisk (over 80 %) metallet i en pose eller en beholder/kasse med eller uden pose.

Undersøgelsens resultater peger på, at respondenterne har behov for at kunne kombinere et nyt sorteringssystem til køkkenet på forskellige måder. Derved bliver løsningen så fleksibel, at den kan imødekomme flest mulige kunders ønsker og behov på tværs af bopælstype. Enkelte fraktioner har større potentiale for nye løsninger, herunder bio-, rest-, plast- og metal-affald. Det bør dog overvejes, hvorvidt det alligevel vil være værdiskabende at tilbyde en samlet sorteringsløsning, så de forskellige elementer kan fungere i samspil. Dette vil samtidig understrege vigtigheden i, at sortere i alle affaldstyperne, hvilket understøtter regeringens ressourcestrategi "Danmark uden affald".

5.3.3 Udvikling af mock-ups i samarbejde med test piloter

For at få en dybere forståelse af de holdninger og argumenter, der ligger bag kunders besvarelse i kundeundersøgelsen, er der blevet afholdt to fokusgruppemøder med omkring 20 deltagere til hvert møde. Fokusgruppemøderne har været en kvalitativ vurdering af kunders ønsker og behov for at be- eller afkræfte tendenser. Målet var at få indsigt i en række kunders præference og egne erfaringer af sorteringssystemer til hjemmet ved at anvende brugerdrivne innovationsmetoder.

Fokusgruppemøderne bestod af en kort orientering om projektet og de deltagende virksomheder. Derefter var der tre parallelle mini-workshops som omhandlede:

1. Designønsker til en ny biospand

Her kommenterede deltagerne, at biospanden skal kunne flyttes fx i forbindelse med madlavning. Den må ikke være for stor, da der så kan opstå problemer med lugt og fluer. Der var ikke konsensus omkring behovet for lufthuller, som nogle dog mente kunne afhjælpe lugtproblemer. Der var enighed om, at det er at foretrække løst låg på spanden, og at spanden skal passe til almindelige standardposer. Biospanden skal gerne kunne gå i opvaskemaskinen.

2. Æstetikken i et sorteringssystem

I forhold til æstetik, så var deltagerne enige om, at de gerne vil have affaldet gemt væk, så det ikke er synligt i fx køkkenet. Størstedelen foretrækker en modulløsning, der kan kombineres på kryds og tværs. Modulerne skal helst være i firkantet form, da det er nem-

mere at sætte ind i et skab og have flere kasser stående sammen. Der var ingen klar tendens med hensyn til farve, men størstedelen af deltagerne er enige om, at et neutralt look med mulighed for "add on" (fx klistermærker) er at foretrække. Materialet må desuden gerne se nyt og pænt ud. Systemet behøver ikke have et miljølook, der viser, at produktet er lavet af en genbrugsmateriale, men produktet må til gengæld gerne have et lokalt statement i form af "lavet af den plast, som du selv har været med til at indsamle"

3. **Sortering af de tørre affaldsfraktioner (red. glas, papir, plast og metal)**

Der var blandt deltagerne bred enighed om, at der kun er et begrænset behov for en beholder til papir, da de fleste allerede har en velfungerende løsning til dette. Der er heller ikke behov for en beholder til batterier og småt elektronik, som oftest opbevares i poser. Der er derimod behov for en ny kasse til plastaffald, da sortering skal foregå indenfor. Hvis der ikke er en kasse, så vil en stor andel ryge i restaffaldet, da det er for besværligt at gå ud med et emne ad gangen. Der er også behov for ny kasse til metalaffald, der kan tåle vand og snavs, da metalaffald ofte skylles under vandhanen, hvorfor det vil være vådt. Der var ingen samlet konklusion i forhold til behov for en beholder til glas og flasker, da der er stor forskel i sorteringsmønster afhængig af boligform. Beboere i enfamiliehuse går ofte ud med glasaffaldet med det samme, mens beboere i etageboliger samler glas sammen og går ned ved behov, når der er en tilstrækkelig stor mængde. Beboere i etageejendomme har derfor behov for en beholder til glas og flasker.

Fokusgruppemøderne blev afsluttet med en workshop, hvor deltagerne fik lov til at designe deres eget fremtidige affaldssorteringssystem. (Se Figur 23)



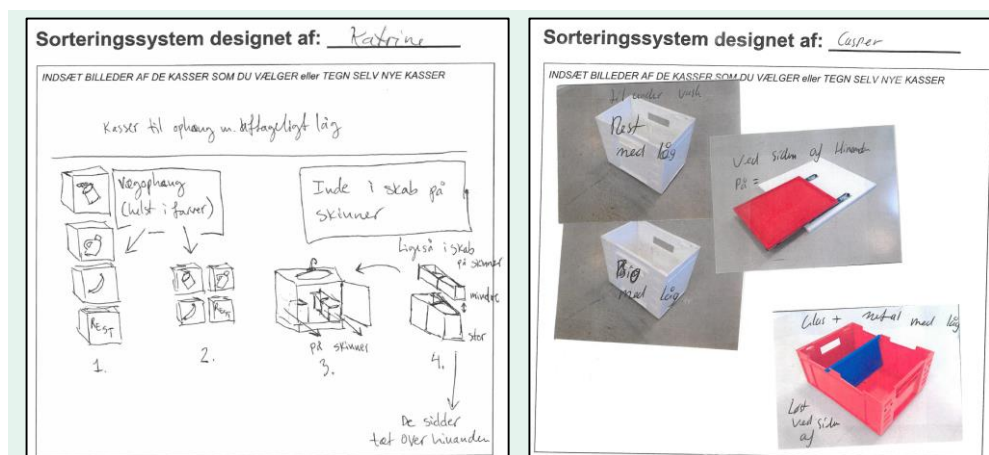
Figur 23: Billeder fra fokusgruppemøderne

Kundernes egne designløsninger viste, at størstedelen af deltagerne foretrækker løse beholdere, der enten kan placeres på en låge eller et udtrækssystem. Omkring en femtedel af deltagerne ønskede ikke nye løsninger til rest og bio, da de var tilfredse med deres nuværende løsninger. En femtedel af deltagerne går direkte ud med deres affald, og de ønsker derfor ikke nødvendigvis beholdere til de tørre fraktioner i køkkenet – dog med undtagelse af plast og metal. Halvdelen af deltagere ønskede en sorteringsløsning, der kan placeres i fx et skab eller en skuffe, mens den resterende halvdel ønsker fritstående løsninger fx en kommode med skuffer til de forskellige fraktioner. Der var desuden en håndfuld deltagere, der ønskede en samlet integreret løsning støbt i én form, der passer med bunden af et standard køkkenskab på fx 60 x 60 cm, hvor der er forskellige størrelser rum til de otte forskellige affaldstyper. (Se Figur 24)

5.3.3.1 Designkriterier for sorteringssystemet

På baggrund af input fra de kundeundersøgelser og fokusgruppemøderne, er der blevet opsat nogle designkriterier for sorteringssystemet:

- Der skal være en klar sammenhæng mellem de udendørs og indendørs sorteringsløsninger
- Alt skal ikke være prædefineret, da der skal være mulighed for individuel tilpasning for at sikre ejerskab



Figur 24: Eksemplær på de sorteringssystemer, som kunderne selv har designet

- Grunddesignet skal være enkelt og neutralt med mulighed for individuel tilpasning
- Grunddesignet skal være firkantet og holdt i mørke farver
- Rest og biobeholdere skal kunne placeres under køkkenvasken
- Rest og biobeholdere skal kunne monteres på forskellige måder under køkkenvasken
- Rest og biobeholdere skal passe til alm. skraldeposer, som kan købes i supermarkeder
- Der skal være låg til biobeholderen
- Beholdere til de tørre affaldstyper skal kunne placeres forskellige steder i hjemmet
- Beholdere til de tørre affaldstyper skal både kunne placeres i et skuffe og stå fritstående
- Beholderne skal have tæt bund og være rengøringsvenlige
- Der skal ikke laves en beholder til batterier og småt elektronik
- Det skal være muligt at tilføje ekstra moduler efterfølgende i takt med nye sorteringskrav

Designkriterierne er blevet valideret med forskellige aktører i affaldsbranchen, som har erfaringer med indendørsmateriel til køkkenet, herunder Albertslund Agendacenter, der har udført et projekt for MST i 2014 med indretning af indendørs sortering i tre boligforeninger.

5.3.3.2 Brugertest af mock-ups

Designkriterierne dannede grundlag for den første brugertest i projektet med deltagelse af 50 husstande, der blev opdelt i to grupper, der hver især testede forskellige systemer og måder at sortere affaldet på. Hver husstand testede to forskellige systemer, som viser forskellige sorteringstendenser, dvs. modtendenser for at sætte sorteringsvaner i perspektiv (se Tabel 34).

Fx udleveredes der til 1. testgruppe i den første periode et system (system 1), bestående af to beholdere til henholdsvis rest og bioaffald i samme størrelse, mens der i anden periode udleveredes en restbeholder, der er større end biobeholderen. Dette vil forhåbentlig give anledning til, at testdeltagerne vil reflektere over, hvad den ideelle størrelse på en rest- og biobeholder er for dem.

Tabel 34 Sorteringstendenser der skal testes i første brugertest

1. testgruppe		2. testgruppe	
System 1	System 2	System 3	System 4
Rest og biobeholdere skal være samme størrelse	Restbeholderen skal være større end biobeholderen	Rest og biobeholdere skal være samme størrelse	Restbeholderen skal være større end biobeholderen
Udtræksløsning til rest- og bioaffald	Intet udtræk, dvs. rest og bio skal kunne stå på bunden af køkkenskabet eller hænge på køkkenlåge ved siden af hinanden	Udtræksløsning til rest- og bioaffald	Intet udtræk, dvs. rest og bio skal kunne stå på bunden af køkkenskabet eller hænge på køkkenlåge ved siden af hinanden
Intet låg til biobeholderen	Biobeholder skal kunne stå frit fremme fx på køkkenbord	Intet låg til biobeholderen	Biobeholder skal kunne stå frit fremme fx på køkkenbord
Ingen kasse til papir	Låg til biobeholderen	Ingen kasse til papir og glas	Låg til biobeholderen
En enkel stor kasse til plast, metal og glas	Separate rum til plast, metal, papir (småt emballagepap) og glas	To enkelte kasser til plast og metal	Separate rum til plast, metal, papir (småt emballagepap) og glas
Klistermærke-ikoner til kasserne (kun ikoner og begrænset tekst i form af fraktnavn). NB: ikke monteret	Trykte klistermærke-ikoner med sorteringsvejledning monteret på kasserne	Ingen klistermærker med ikoner	Trykte klistermærke-ikoner med sorteringsvejledning monteret på kasserne - med farvekoder
Ingen indsats i forhold til batterier og småt elektronik	Udlever net til transport af tørt affald	Ingen indsats i forhold til batterier og småt elektronik	Trykte klistermærke-ikoner med farvekoder til montering på beholdere i indkørslen
Skrabet sorteringsvejledning	Udvidet sorteringsvejledning	Skrabet sorteringsvejledning	Udvidet sorteringsvejledning
	Udlever fryseposer med sorteringsvejledning til batterier og småt elektronik		Udlever fryseposer med sorteringsvejledning til batterier og småt elektronik
			Alm. skraldeposer til plast, metal samt beskrivelse af placering og at plast/metal skal tømmes ud i beholderen i indkørslen

5.3.3.3 Fysisk udformning af mock-ups

Til udviklingen af de første mock-ups tages der udgangspunkt i Schoeller Plast Enterprise A/S modulbox-system, der er en serie stabelbare transportkasser i forskellige størrelser fremstillet i plast. Modulboxene anvendes bl.a. i dagligvarebranchen og levnedsmiddelindustrien, samt i en lang række andre brancher til vidt forskellige formål. Modulbox-systemets transportkasser er opbygget ud fra et internationalt standardmål på 600 x 400 mm. Det betyder, at kasserne, uanset størrelse, passer oven på hinanden, så de let og sikkert kan stables.

For at kunne bruge modulkasserne er der blevet lavet en tilpasning af dem (se Figur 25). Som det fremgår af figuren, er flere af kasserne blevet skåret ud og limet sammen igen. Men da det er tendenser og funktionaliteten, der skal testes i forbindelse med brugertesten, er det i et brugerdreven innovationsperspektiv set som en fordel, at kasserne ser ufærdige ud (fx at en kasse er skåret over på midten og har fået limet en ny side på for at passe med de ønskede mål), da det får testdeltagerne til at forholde sig mere kritisk over for produktet og nemmere kan komme med forslag til forbedringer.

Eksisterende spand



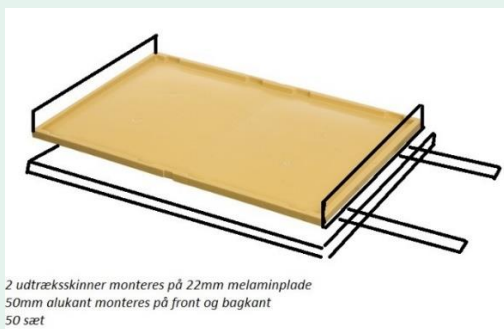
Den eksisterende DK52-kasse, som der er videreudviklet på.

Udvikling af mini-spand



DK52-kasse blev ned til en kvart størrelse, hvorefter gavlen og siderne blev limet på.

Udvikling af udtræksløsning



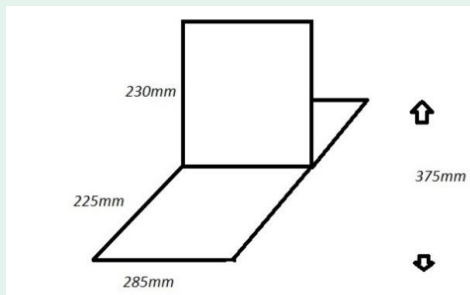
Der blev lavet et udtrækssystem med to udtræksskinner monteret på et låg til DK52 med en alukant på front og bagkant.

Udvikling af halv spand



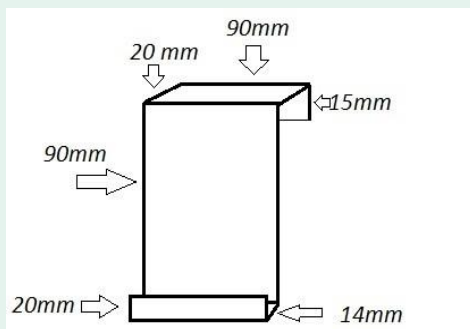
DK52-kasse blev skåret over og lavet til halv størrelse, hvorefter gavlen blev limet på.

Udvikling af skillevæg



For at lave en todelt kasse blev der produceret en ny ruminddeling af plexiglas, der kunne placeres i en eksisterende kasse.

Udvikling af beslag



Et hængebeslag blev skabt til montering af kasser på skabslågen ved at bukke et stykke metal.

Figur 25: Udvikling af mock-ups til brugertest

På baggrund af de tilpassede modulkasser kom de fire systemer, som gruppe 1 og 2 skulle teste til at se ud som vist i Figur 26 og Figur 27.

System 1, gruppe 1



- To ens beholdere på en udtræksskinne, som er tiltænkt til rest- og bioaffald
- En stor kasse med låg, som er tiltænkt de tørre affaldstyper, fx plast, metal og glas
- Et ark med blå klistermærker, som kan placeres på beholderne efter eget valg
- En sorteringsvejledning

System 2, gruppe 1



- En beholder til restaffald
- En beholder til bioaffald (halv størrelse af beholderen til restaffald)
- Låg til bioaffaldsbeholderen
- Et metalbeslag til montering af bio- og restbeholder på køkkenlåge
- To todelte kasser med en rumfordeling på 60/40 fordeling, hvoraf den ene kasse er tiltænkt plast (60)/metal (40) og den anden papir(60)/glas (40)
- To låg til de todelte kasser
- Klistermærker med fraktionsskilte i forskellige farver (hver fraktion har fået sin farve), som er påmonteret kasserne
- Udvidet sorteringshæfte
- En rulle 4 liters plastikposer og postkort om sortering af batterier og småt elektronik
- Net til transport af affald

Figur 26: System 1 og 2, som gruppe 1 har testet i forbindelse med brugertesten

System 1, gruppe 2



System 2, gruppe 2



- To ens beholdere på en udtræksskinne, som er tiltænkt til rest- og bioaffald
- En stor kasse med to rum, som er tiltænkt til fx plast og metal
- Et ark med blå klistermærker, som kan placeres på beholderne efter eget valg
- En sorteringsvejledning
- En beholder til restaffald
- En beholder til bioaffald (halv størrelse af beholderen til restaffald)
- Et metalbeslag til montering af bio- og restbeholder på køkkenlåge
- To kasser (samme størrelse som til restaffald) tiltænkt plast og metal
- En kasse til glas
- Et låg
- En kasse med hjørnebeslag til papir
- Klistermærker med fraktionsskilte i forskellige farver (hver fraktion har fået sin farve), som kan placeres på beholderne efter eget valg
- En rulle 4 liters plastikposer og postkort om sortering af batterier og småt elektronik
- Net til transport af affald

Figur 27: System 1 og 2, som gruppe 2 har testet i forbindelse med brugertesten

Materialet, der blev udleveret til begge grupper sammen med det første system var relativt skrabet. Sorteringsvejledningen var holdt helt simpelt med fraktionsskilte i ens farve (blå) og med en kort liste under hvert fraktionsskilt, der fortæller, hvad der må afleveres i affaldsbeholderen (se Figur 28). Der blev også udleveret fraktionsklistermærker i ens farve.



Figur 28: Skrabet sorteringsvejledning til første brugertest

Materialet, der blev udleveret til begge grupper sammen med det andet system var mere omfangsrigt. Fx havde hver affaldsfraktion fået en særskilt farve (restaffald var sort, bioaffald var grønt, papir var blå, glas var lilla, plast var grå og metal var rødt). Der blev desuden udviklet et sorteringshæfte, hvor et opslag per affaldstyper med billeder viser, hvad der må afleveres i affaldsbeholderen og en figur, som illustrerer, hvad affaldet kan benyttes til, og hvorfor affald er en ressource (se Figur 29).



Figur 29: Eksempel på opslag om metal i det udvidede sorteringshæfte

Med det andet system blev der også udleveret en rulle 4 liters fryserposer og et postkort, der beskriver, at affaldskunder i Fors A/S har mulighed for at aflevere batterier og småt elektronik i en 4 liters frysepose, som de lægger på låget af affaldsbeholderen til glas/papir i forbindelse med tømning.

5.3.4 Brugertest af mock-up i Fors A/S

I projektet er det blevet besluttet at kalde deltagerne i brugertesten for testpiloter, der kan gøre noget for miljøet nu og i fremtiden, ved at hjælpe Fors A/S til at udvikle en sorteringsløsning, der virker i hverdagen. Alle testpiloter fik udleveret to systemer og skulle bruge hvert system i en periode på ca. 6 uger. Testpiloterne skulle undervejs udfylde tre online spørgeskemaer, et ved opstart og et ved slutningen af hver testperiode. Testperioden afsluttedes med et evalueringssmøde, hvor testpiloter kunne dele deres erfaringer og komme med ideer og forslag til ændringer.

Fors A/S har brugt forskellige kanaler til at 50 testfamilier med rimelig demografisk bredde og fordeling på forskellige boligformer. Da der er tale om en test i eget hus over en længere periode, skulle det samtidig sikres at rekrutteringsgrundlaget var engagerede familier, for at sikre en høj gennemførselsprocent. Der var i alt 150 tilmeldinger til opgaven som testpilot, hvilket var en overraskende stor tilslutning til projektet, da deltagelse kræver et stort engagement fra deltagerne. Det kan dog være et tegn på, at det er en central udfordring for affaldskunder i Holbæk kommune, som projektet arbejder med. De 50 udvalgte testpiloter blev valgt ud fra boligtype, antal personer i husstanden og adresse (postnummer). Fors A/S har valgt en blandet gruppe, hvor der både er store og små husstande, kunder, der bor i etageboliger og enfamilieshuse, samt kunder, der bor forskellige steder i Holbæk Kommune.

5.3.4.1 Dialog med testpiloterne

Fors A/S har løbende været i dialog med testpiloterne i forbindelse med testen. Efter udlevering har Fors A/S pga. af flere henvendelser sendt besked til alle testpiloterne om, at der er taget udgangspunkt i eksisterende kasser, som er tilpasset efter bedste evne. Derfor passer systemet muligvis ikke 100 % til testpiloternes køkken/hjem og deres ønsker og behov. Testpiloterne har fået at vide, at det er okay at tilpasse de udleverede løsninger efter eget behov.

Fors A/S var i forbindelse med brugertesten stadig ved at køre plast/metal beholdere til udsortering ud til enfamiliehuse i Holbæk Kommune, mens etageboliger først får systemer til udsortering efterfølgende. Derfor er det ikke alle testpiloter, der har mulighed for at aflevere deres plast/metal i en beholder i indkørslen eller i boligselskabet. For at opfordre testpiloterne til at forsøge at sortere plast- og metal, er testpiloterne blevet orienteret om, at plast og metal-affaldet kan afleveres på genbrugspladsen. Alternativt kan de opbevare plast/metal i fx en sæk indtil Fors A/S kommer med det andet sorteringssystem, så tager forsyningen affaldet med. Alt det andet affald, som indsamles, skal afleveres, ligesom testpiloterne plejer.

Testpiloterne er desuden blevet opfordret til løbende at sende tilbagemelding til Fors A/S. De kan fx sende billeder af, hvordan de har placeret de udleverede kasser, og hvis de fx laver justeringer på dem eller kombinerer med egne løsninger. De kan også skrive alle tanker, som de gør sig undervejs, både godt og skidt, eller hvis de har andre idéer eller spørgsmål. En stor del af testpiloterne har benyttet sig af denne mulighed.



Figur 30: Eksemplar på testpiloternes brug af de sorteringssystemerne

5.3.4.2 Evaluering af brugertest

Testpiloterne har undervejs udfyldt tre online spørgeskemaer, et ved opstart og et ved slutningen af hver testperiode. En dybdegående analyse af de tre undersøgelser kan ses i 3.4 (se side 87).

De overordnede konklusioner fra undersøgelserne er, at den overordnede tilfredshed med respondenternes eksisterende system, som de brugte inden forsøget gik i gang, ligger på 4,6 point på en skala fra 1 til 7. Status quo målingen viser, at der særligt er stort potentiale i forhold til at lave en bedre sorteringsløsning til plast og metal, da de har de laveste scorere, som ligger under middel (henholdsvis 3,5 for plast og 3,9 for metal). Tilfredsheden er højest for de typer affald, som Holbæk Forsyning A/S kunder har sorteret i flest år. Det er muligvis udtryk for, at kunderne allerede har lavet egne sorteringsløsninger, som de har vænnet sig til. Plast, metal og småt elektronik er nye fraktion og derfor har kunderne ikke opnået vaner mht. sortering. Samtidig er der forskellige løsninger til rest- og bioaffald på markedet, som tilgodeser kundernes nuværende ønsker og behov.

Efter udlevering af system 1 faldt respondenternes samlede tilfredshed til 3,24 point, hvilket er under middel, mens der skete en mindre stigning til 3,98 point ved udlevering af system 2. De

åbne kommentarer indikerer, at årsagen til den lave tilfredshed er, at de udleverede systemer ikke har levet op til testpiloternes forventninger til hvordan et system i en brugertest skal være. Med system 2 er der sket en bedre forventningsafstemning, så testpiloterne vidste, at de fik en prototype og hvad dette indebar. Samtidig blev system 1 sammenholdt med testpiloternes eksisterende system, mens system 2 blev sammenholdt med det første system, hvorfor system 2 ikke virkede **"nær så slemt"**.

Til trods for at ingen af de udleverede systemer har opnået samme tilfredshedsniveau som testpiloternes eksisterende system, så har testperioden vist, at udleveringen af begge systemer har haft en betydelig indvirkning på testpiloternes sorteringsvaner. Testpiloterne har vurderet, at deres sorteringsevner er blevet markant forbedret i forbindelse med brugertesten. Dette viser at til trods for, at ingen af de udleverede systemer har opnået samme tilfredshedsniveau som testpiloternes eksisterende system, så har testperioden vist, at udleveringen af begge systemer har haft en betydelig indvirkning på testpiloternes sorteringsvaner. Dette indikerer, at udlevering af materiel og fokus på indendørs sortering har en markant indvirkning på deltagernes adfærd og sorteringsevner. Det er ikke nødvendigvis vigtigt, hvad et forsynings- eller affaldsselskab udleverer til deres kunder, det er selve udleveringen og opmærksomheden, der er med til at skabe den ønskede adfærdsændring.

Undersøgelsen viser, at der er sket store fremskridt i forhold til testpiloternes sorteringsvaner. Der er sket fremskridt i forhold til alle de genanvendelse fraktioner, men der er sket særligt store fremskridt mht. sortering af plast og metal. Dette er særligt positivt, da plast og metal er nye affaldsfraktioner i Fors A/S indsamlingsordning. Undersøgelsens resultater indikerer, at udlevering af indendørs materiel kan være med til at sikre en succesrig implementering af nye fraktioner, da det skaber fokus og opmærksomhed.

Overordnet set viser undersøgelsen, at der er en sammenhæng mellem den generelle tilfredshed med de enkelte kasser og tilfredsheden med udseendet. Det er svært at adskille funktionalitet og æstetik, da det er det samlede system, der bedømmes. Et "grimt system", der fungerer, vil typisk opnå en højere score end et "pænt system", der ikke er funktionelt. Dette betyder, at funktionalitet har første prioritet ved udvikling af et nyt sorteringssystem til køkkenet, for hvis funktionaliteten ikke er i orden, så kan der ikke gives en objektiv vurdering. Udseende kan dog ikke negligeres, da det kan være medvirkende årsag til en lavere samlet tilfredshedsscore.

For at evaluere brugertesten var alle testpiloterne inviterede til et af to evalueringsmøder (se Figur 31).



Figur 31: Testpiloterne var samlet til evaluering af brugertesten

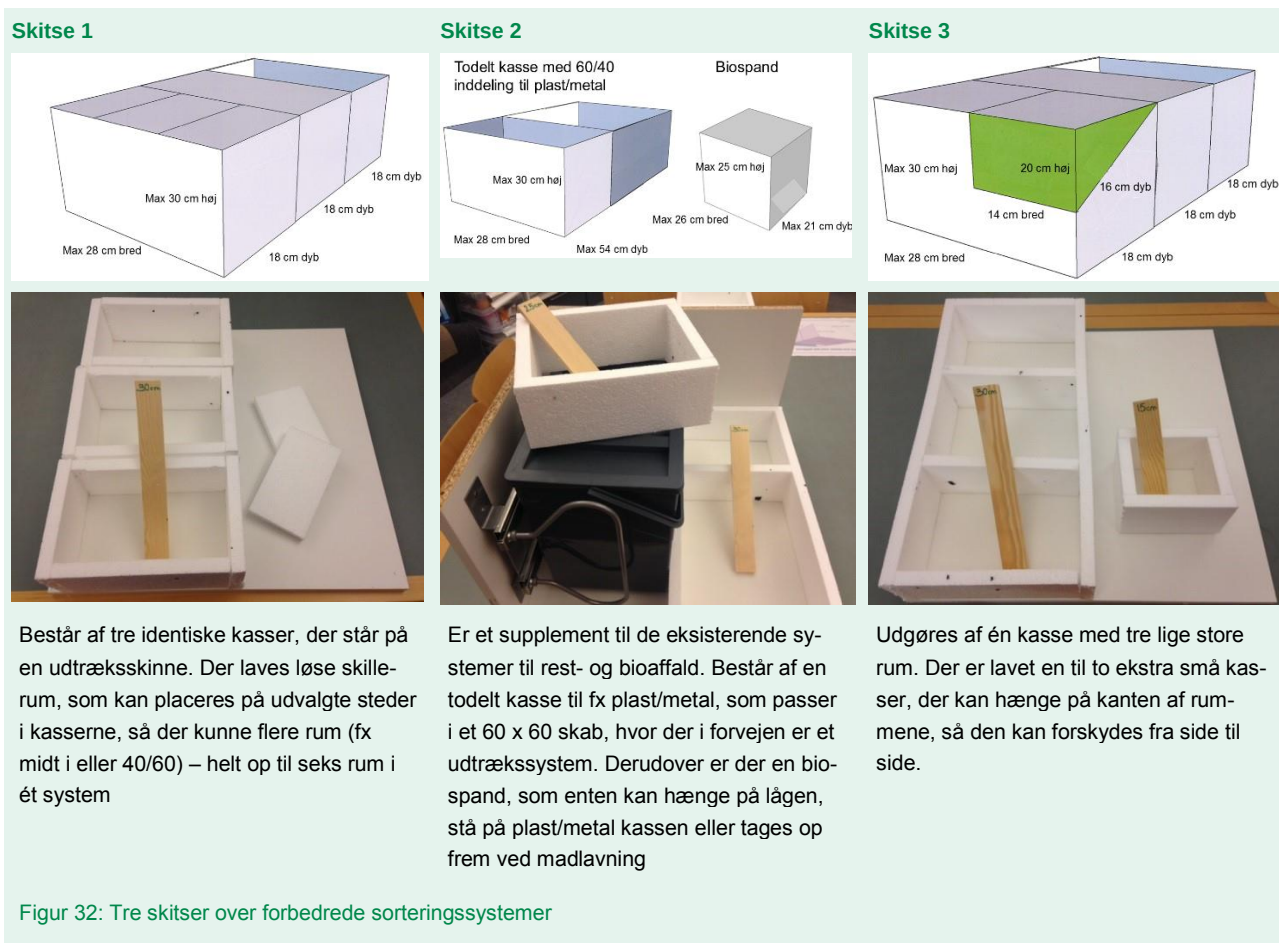
Formålet med mødet var at komme med input til design af det endelige system. Projektgruppen havde på baggrund af spørgeskemaundersøgelserne og testpiloternes tilbagemeldinger i løbet af testperioden udviklet tre skitser af, hvordan et nyt og forbedret sorteringssystem kunne se ud. Alle sorteringssystemerne var bygget i flamingo til mødet for at give en bedre fornemmelse af dimensioner (se Figur 32). De tre løsninger blev gennemgået i plenum i to grupper, hvor deltagerne var opdelt i forhold til boligtype (enfamiliehuse og etageboliger). I begge grupper blev der spurgt ind til: Hvad er godt ved denne skitse? Hvad er mindre godt? Og hvordan kan systemet optimeres?

Overordnet set var mange af deltagerne positive overfor skitse 1, da de mente, at den er fleksibel pga. antallet af kasser og den kan tilpasses individuelt pga. skillerummene. Særligt skillerummene vakte stor begejstring. Da det gik op for deltagerne, at flamingomodellerne var i rigtig målestoksforhold, var der dog flere, der bemærkede, at "rummene bliver nok for små, hvis der også skal skillevægge, for hvad kan man sortere i så små rum?". Flere efterspurgte imidlertid en ramme omkring de tre spande, så de lettere kan trækkes ud og en tilhørende udtrækskinne. Flere deltagere ville gerne have mulighed for at tilkøbe låg til alle spandene. Flere deltagere kommenterede, at kasserne skal være rengøringsvenlig, så de evt. kan komme i opvaskemaskinen. Kasserne til denne skitse passer rent størrelsesmæssigt i de fleste opvaskemaskiner, hvilket er en fordel. Størrelsen blev vurderet til at være for stor til de billige poser fra discount-supermarkederne.

De fleste deltagere har allerede en løsning til rest og bio, så derfor var der stor begejstring for tanken om at bygge videre på det eksisterende. Skitse 2 kunne dog optimeres, hvis den både fik en udtræksløsning og nogets, så den. Særligt fordi skitse 2 er tænkt som supplement, så blev det pointeret, at "hele skabet er røget til affald, så hvor skal man så gøre af fx sine rengøringsmidler, der også plejer at være under vasken?" Det blev anbefalet at gøre skitsen ca. 10

cm i dybden, så der er lidt luft bagerst i skabet til rør og slanger. Skitse 2 blev umiddelbart vurderet som ufleksibel, da begge spande er støbt i samme form. Flere af deltagerne ville foretrække separate spande, da det gør det nemmere at gå ned med en spand ad gange, når denne er fyldt, for det er sjældent, at spandene er fyldt samtidigt.

Skitse 3 var der ikke umiddelbart stor tilslutning til, hvilket skyldes, at deltagerne fandt den fleksibilitet pga. at hele systemet var støbt i en form. Fx blev det påpeget at "det er praktisk, at det hænger sammen – fx kan det ikke komme i opvaskemaskine. Det er et stort monstrum at flytte rundt på". Der var til gengæld stor begejstring for "hænger –kassen", der kan monteres på siden, indvendigt i systemet eller på døren. Det var en god ekstra feature, som de fleste gerne ville have overført til skitse 1 og 2. Dette kunne også være med til at løse udfordringen med at få plads til flere ting i skabet, da der i princippet kan være rengøringsmidler i "hænger – kassen"



Efter drøftelsen i plenum blev deltagerne bedt om at vælge en favorit blandt de tre og en løsning, som de takkede "nej tak" til. Fordelingen af grønne og røde stemmer ses i Tabel 35

Tabel 35 Valg af favorit løsning og "nej tak"

	Skitse nr. 1	Skitse nr. 2	Skitse nr. 3
Total	25 testpiloter foretrak skitse nr. 1	11 testpiloter foretrak skitse nr. 2	4 stk. testpiloter foretrak skitse nr. 3
	0 testpiloter brød sig mindst om skitse nr. 1	11 testpiloter brød sig mindst om skitse nr. 2	29 testpiloter brød sig mindst om skitse nr. 3

Tabel 35 viser, at halvdelen af testpiloterne foretrak skitse nr. 1, hvilket i høj grad skyldes fleksibilitet pga. antallet af kasser og den kan tilpasses individuelt pga. skillerummene. Der var mindst opbakning til skitse nr. 3, hvilket især skyldes, at hele systemet var støbt i en form.

"Hænger –kassen" fra skitse 3, der kan monteres på siden, indvendigt i systemet eller på døren, vakte imidlertid stor begejstring. Det samme gjorde idéen med skitse 2, hvor der var stor begejstring for tanken om at bygge videre på det eksisterende system, så det nye system både kunne fungere som et supplement eller selvstændigt. Umiddelbart var den samlede tilbagemelding dog, at ingen af de tre skitser 100 % afspejlede brugernes ønsker og behov, så derfor skulle der laves et redesign på baggrund af brugernes tilbagemeldinger.

5.3.4.3 Revidering af designkriterier for sorteringssystemet

Testpiloternes tilbagemeldinger på baggrund af spørgeskemaundersøgelserne, den løbende dialog og evalueringsmøderne blev samlet i en revidering af de designkriterier, som et nyt sorteringssystem skal imødekomme:

Designkriterier for sorteringssystemet

- Låg skal være en tilvalgsløsning
- Ingen farvede kasser: Alle skal være ensfarvede og mørke (sort eller brun), så der er mulighed for individuel tilpasning
- Der skal være en glat inderside, så kasserne bliver rengøringsvenlige
- Vi skal lave en løsning, der passer til et 60 x 60 cm køkkenskab: dog må løsning max være i ½ af skabets bredde og have en dybde på max 48 cm af hensyn til rør
- Der skal være en u-profil på toppen med max 10 mm i bredde og højde med afrundet top
- Der skal være et justerbart skillerum/væg
- Der skal være mulighed for udtræksløsning og hængefunktion – begge som tilvalg
- Der skal være mulighed for folie/farve som tilkøb
- Der skal være en max godstykkelse på 2 mm, så kasserne får lav vægt
- Der skal være en lukket bund (ingen huller eller lignende)
- Der skal være afrundede hjørner af hensyn til poser
- Skal passe med almindelige affaldsposer fra de mest gængse supermarkeder

Ved dimensionering af det nye sorteringssystem lægger testpiloterne særlig vægt på, at kasserne passer til de billigste og mest gængse versioner af affaldsposer, der er tilgængeligt i den danske dagligvare handel. Der er derfor indkøbt poser fra de forskellige dagligvarekæder, såsom COOPs butikker, Dansk Supermarkeds butikker, Rema 1000, Aldi, Lidl og Supergros. En opmåling af poserne (se Figur 33) viser, at der er følgende posestørrelser: 15 x 20 x 50 cm (dvs. omkreds på 70 cm), 15 x 22 x 50 cm (dvs. omkreds på 74 cm) og 20 x 20 x 50 cm (dvs. omkreds på 80 cm). Dette betyder, at en kasses omkreds må være på mellem 70 til 80 cm, så fremt der skal kunne sidde en pose i kassen.



Figur 33 Opmåling af poser fra de mest gængse supermarkeder

5.3.4.4 Udvikling af nyt design

På baggrund af brugernes tilbagemeldinger og de uddybende designkrav skitserede designgruppen fire nye designs, som fremgår af Tabel 36.

Tabel 36 Fire nye designs på baggrund af testpiloternes feedback

Løsning nr. 1	Løsning nr. 2	Løsning nr. 3	Løsning nr. 4
• To kvadratiske kasser, der er max 48 cm i dybden • Skillerum, der kan placeres i ovenstående kasser • Hængerkasse, der kan hænge på siden eller i de to ovenstående	• En kasse på 1/3 af 48 cm i dybden • En kasse på 2/3 af 48 cm i dybden • Skillerum, der kan placeres i 2/3 kassen	• Tre identiske kasser, der tilsammen er max 48 cm i dybden	• En stor kasse med tilhørende skillerum, der placeres i kassen • Hængerkasse, der kan hænge på siden eller i de to ovenstående

For at foretage et så objektivt valg som muligt blandt de fire skitserede løsninger, blev der udvalgt forskellige kriterier på baggrund af brugertesten, som de forskellige løsninger blev vurderet ud fra. Kriterierne var som følger:

- Individuel tilpasning: I hvor høj grad kan systemet tilpasses forskellige brugeres affaldsmængder og behov?
- Mulighed mht. placering: I hvor høj grad kan systemet fx placeres forskellige steder i hjemmet?
- Nyhedsværdi: I hvor høj grad er der noget nyt/smart ved systemet, der adskiller det fra andre modeller på markedet?
- Brugervenlighed: I hvor høj grad kan systemet løbende justeres i forhold til husstandens behov?
- Egnethed til de tørre affaldsfraktioner: I hvor høj grad er systemet egnethed til sortering af plast, metal, glas og papir?
- Mulighed for at benytte systemet til rest/bio: I hvor høj grad er det muligt at benytte systemet til rest og bio?
- Skalerbarhed: I hvor høj grad er det teknisk muligt at lave en støbeform, der fx kan justeres i højden?

Alle løsninger fik en score på 1-5 point, hvor 5 var den højeste score. Det blev vurderet, at nogle kriterier var mere væsentlige end andre. Derfor blev der tildelt en % -sats til hvert kriterie, så der samlet set var 100 % i spil. Procentsatsen blev ganget med antallet af point. Fik en

løsning fx 5 point i et kriterie, der vægtede 30 %, så gav det en score på 150. Scoren for de forskellige kriterier kan ses i Tabel 37.

Tabel 37 Scoring af de fire løsninger med henblik på valg af endeligt design

	%	Nr. 1	Nr.2	Nr. 3	Nr. 4
Individuel tilpasning	30	150	30	120	120
Mulighed for placering	5	25	25	5	15
Nyhedsværdi	22	110	22	66	44
Brugervenlighed/håndterbarhed	18	72	90	18	72
Egnet til plast/metal	10	50	30	20	30
Muligt til Bio/rest	10	50	50	20	20
Skalerbarhed	5	20	25	5	15
I alt	100	477	272	254	316

Som det ses i Tabel 37 så opnåede løsning nr. 1 en score på 477, mens løsning nr. 2 fik 232, løsning nr. 3 fik 254 og løsning nr. 4 fik 316. Det var derfor en markant sejr til løsning nr. 1, som bliver den løsning, der skal videreudvikles hos Schoeller Plast Enterprise A/S til storskalaforsøget i 2016.

5.3.5 Det endelige design af sorteringssystemet

Det endelige sorteringssystem består af en stor spand, et låg til den store spand, en lille spand, et låg til den lille spand, en skillevæg og et udtræksskinne. Der er taget udgangspunkt i få elementer, der kan kombineres på kryds og tværs afhængig af brugerens køkkenindretning og sorteringsvaner. Elementerne kan monteres på mange forskellige måder, herunder både et køk-kenskab, på en køkkenlåge, fritstående eller på en væg. En beskrivelse af de forskellige elementer kan ses i Tabel 38.

Tabel 38 Specificering af det endelige design af det komplette sorteringssystem

Stor spand

- Mål: H x B x L: 300 x 239,46 239,46.
- Konisk udformet for optimering af transport og lagring for minimering af luft imellem emner.
- 2x3 spor i top og 2 x 3 spor i bund for til skillerum. Kan inddele spand i i 50/50 eller 40/60 inddeling
- Kryds i bund som stabler i på låg og styrer centrering.
- Ophængsmuligheder på 4 sider til montering af på væg eller skabslåge med 2 stk selvskærende skruer.
- 12 stk drænhuller placeret på topprofil for afløb af vand efter afvaskning i enten opvaskemaskine eller køkkenvask.
- Ribber på spandens side sikrer styrke samt minimerer risiko for at spandene suger sig sammen.
- Rundinger på topprofil for at minimere skarpe kanter.
- Rundinger i bund for nem rengøring.
- Tilpasset poser på 20 ltr.



Låg til stor spand

- Mål: H x B: 244,75 x 244,75.
- Konisk udformet for optimering af transport og lagring for minimering af luft imellem emner.
- 2 x 2 udsparringer i låget for montering og placering af lille spand
- Håndtag i låget som også fungerer som styr for stor spand ved stabling.
- Går ned i stor spand ved påsætning og lukker til på topprofilet af stor spand.
- Glatte flader for nem rengøring.



Lille spand

- Mål: H x B x L: 239,46 x 139,87 x 195.
- Konisk udformet for optimering af transport og lagring for minimering af luft imellem emner.
- Konisk udformning således at den kan hænge på stor spand med indvendig placering og kan glide på kanten, styret af 2 ribber på kort siderne.
- Ophængsmuligheder på 2 sider til montering af på væg eller skabslåge med 2 stk selvskærende skruer.
- 2 stk tappe som gør spand kan hænge på stor spand.
- 16 stk drænhuller placeret på topprofil for af løb af vand efter afvaskning i enten opvaskemaskine eller køkkenvask.
- Ribber på spandens side sikrer styrke samt minimerer risiko for at spandene suger sig sammen.
- Rundinger på topprofil for at minimere skarpe kanter.
- Rundinger i bund for nem rengøring.
- Tilpasset poser på 15 ltr.



Låg til lille spand

- Mål: H x B: 244,75 x 125.
- Konisk udformet for optimering af transport og lagring for minimering af luft imellem emner.
- 2 x 2 udsparringer i låget for montering og placering af lille spand
- Lukker til på topprofilen af lille spand.
- Glatte flader for nem rengøring.



Skillevæg

- Udført med glatte flader for at undgå rester kan sætte sig fast i kanter.
- Passer ned i opvaskemaskine for hygiejnsik rengøring.
- Ophængsknager for montering af poser på begge sider i stor spand.



Udtræksskinne

- Udført i stål med pulverlakeret 6mm ståltråd.
- Påmonteret udtræksskinne med kuglelejer.
- Måler 480 mm x 252 mm.
- Plads til 2 store spande.
- Montering med selvskærende skruer på skabsvæg køkkenskab.



5.3.6 Produktion af sorteringssystemet

Det første led i produktionen er at få fremstillet produktionsværktøjerne til emnerne i sorteringssystemet. Formene skulle udføres i hærdet stål. Først igangsatte Schoeller Plast A/S en undersøgelse af værktøjspriser og værktøjsbyggeren valgte på baggrund af bl.a. pris, stål kvalitet,

byggetid, en værktøjsbygger. Værktøjsproduktionen blev igangsat efter dialog med formbyggeren og Schoeller Plast A/S tekniske eksperter, og blev efter endelig bedømmelse godkendt, da de var i overensstemmelse med Schoeller Plast A/S specifikationer.

Efter byggeprocessen blev alle elementer 0-serie testet for at opdage eventuelle fejl og rettelser i værktøjerne. Ved en 0-serie test gennemgås hvert emne for støbefejl, visuelle fejl med mere, og der laves en vurdering om emnet kan produceres på den forventede produktionstid. Rettelser og tilpasninger blev foretaget sammen med Schoeller Plast A/S projektleder og tekniske personale samt med formbyggeren som herefter foretog de nødvendige korrektioner på værktøjerne. Hele denne proces foretages hos formbyggeren. Processen med at korrigere værktøjerne fortsatte indtil værktøjerne leverede et tilfredsstillende resultat. Denne proces forløb som det var forventeligt og gav ikke anledning til usædvanlige udfordringer. Efter de sidste tilpasninger blev værktøjerne transporteret til Schoeller Plast A/S produktionsfaciliteter.

Ved ankomsten til Schoeller Plast A/S adresse blev der foretaget en fysisk inspektion af alle værktøjer samt en sidste kontrol af tilslutninger inden værktøjerne endelig blev frigivet til endelig produktionstest. Herefter blev værktøjerne monteret i den endelige sprøjtestøbningsmaskine, hvor Schoeller Plast A/S indkøringstekniker indstillede maskinen til optimale procesparametre og til det endelige emne kan godkendes. Herefter blev produktionen af de 2000 sorteringssystemer påbegyndt. Hele systemet er udført i 100% genanvendt Polypropylen (PP). Plasten er af hensyn til kundeønske ikke tilsat farve, men materialet er blevet homogeniseret, hvilket har resulteret i, at systemet har fået en ensartet koksgrå farve.

Støbeformene til sorteringssystemet fungerede som forventet, og gav ikke anledning til nogle nye udfordringer sammenlignet med det testede standard værktøj i produktionstesten. Materialet opførte sig som forventet ud fra produktionstesten, der er beskrevet i afsnit 5.2.6 "Test produktion hos Schoeller Plast". De eneste udfordringerne var ligesom i testproduktionen, at der har været fugt i materialet og lugtgener i produktionen. Fugtproblemet er af ren æstetisk karakter og vurderes derfor ikke til at være en afgørende udfordring. Lugtgenen ved produktionen ligeledes den samme som i testproduktionen. Der er ikke tale om en anderledes lugt end der normalt er i produktion hos Schoeller Plast A/S, men der er ikke tale om en ubehagelige lugt, der påvirker arbejdsmiljøet eller det endelige produkt, hvorfor lugten ikke opfattes som et reelt problem.

5.4 Arbejdspakke 4: Test af affaldssorteringssystem

Arbejdspakke 4 har omhandlet test af prototypen for affaldssorteringssystem, der blev udviklet i arbejdsplan 3. Følgende aktiviteter har udgjort arbejdsplan 4:

- Aktivitet 4.01 Projektledelse
- Aktivitet 4.02 Projektgruppemøder
- Aktivitet 4.1 Udbringning af affaldssorteringssystem
- Aktivitet 4.2 Storskalaforsøg af prototyper hos 2.000 husstande
- Aktivitet 4.4 Evaluering af storskalaforsøg med henblik på eventuelle justeringer
- Aktivitet 4.5 Udvikling af forretningsplan for fremtidig afsætning
- Aktivitet 4.6 Projektevaluering
- Aktivitet 4.7 Afrapportering til MUDP

5.4.1 Storskalaforsøg hos 2.000 husstande

Der er blevet gennemført et storskalaforsøg hos 2.000 husstande i Holbæk Kommune for at undersøge om prototypen er i overensstemmelse med affaldskundernes ønsker og behov. Det blev vurderet, at 2.000 deltagere er et validt antal for at kunne gennemføre storskalaforsøget. Til storskalaforsøget blev der udleveret prototyper af affaldssorteringssystemer til forskellige brugertyper i Fors A/S indsamlingsområde. Deltagerne blev udpeget af Fors A/S og meldte sig derved ikke frivilligt til forsøget. Dette skyldes, at Fors A/S ønskede at opnå et repræsentativt billede og erfaringer fra forskellige brugertyper, herunder både affaldskunder, der var entusiastiske og positive, samt dem, der havde store udfordringer og modvilje i forhold til affaldssortering.

Test hos enfamiliehuse

Fors A/S udvalgte 1.450 enfamiliehuse fordelt på 7 områder i Holbæk Kommune. Områderne blev valgt ud fra, at de minimum skulle have haft udsortering af plast og metal sortering siden oktober 2015¹. I forsøget blev der lavet en referencemåling af affaldsmængder i 2015, som skulle sammenlignes med affaldsmængder året efter for at kunne vurdere, om der var sket en ændring i mængderne og dens sammensætning. Derfor var det vigtigt, at første tømning af plast og metal var sket før referencemålingen, da første tømning sjældent er repræsentativ og derfor ikke nødvendigvis afspejler den gennemsnitlige mængde.

Orø blev udvalgt som et af testområde grundet samarbejdet med Fors A/S i projektet 'Orø som Forsynings- og Demonstrations Ø', som har kørt siden 2015. Projektet er et samarbejde mellem Fors A/S, Holbæk Kommune og en række engagerede borgere fra Orø, som bl.a. arbejder for at skabe nye, grønne og smarte løsninger for affaldshåndtering.

Følgende områder i Holbæk Kommune blev udvalgt:

- 58 husstande i Mørkøv
- 621 husstande i Svinninge
- 161 husstande i Tølløse
- 64 husstande i Kr. Eskilstrup
- 40 husstande i Gl. Hagedsted
- 46 husstande i Mårsø
- 472 husstande på Orø

Test hos etageboliger

Der blev udvalgt 500 etageboliger fordelt på fem boligselskaber i Holbæk Kommune som deltagere i forsøget. Fors A/S havde udpeget boligselskaberne og indledt samarbejde om forsøget med disse. De specifikke lejemaal blev udpeget af boligselskabernes administratorer, hvorfor de enkelte beboerne ikke selv sagde ja til at deltage, da de ikke er direkte kunder hos Fors A/S.

Følgende boligselskaber blev udvalgt:

¹ Udsortering af plast og metal blev indført i Holbæk Kommune i efteråret 2015 og blev udrullet til enfamiliehuse i perioden fra august til december. Den nye ordning blev indført som følge af Holbæk Kommunes affaldsplan, hvori en af målsætningerne var en øget sortering hos borgere i Kommunen.

- 101 lejemål i Boligselskab Sjælland, Bjergmarken i Holbæk
- 54 lejemål i Boligselskab Sjælland, Karensmindevej i Holbæk
- 43 lejemål i Boligselskab Sjælland, Herluf Trollesvej i Tølløse
- 146 lejemål i Lejerbo, afdelingen Vangkvarteret i Holbæk
- 142 lejemål i Lejerbo, afdelingen Lundestrædet i Holbæk

Test hos VIP-deltagere

Der var i alt 50 såkaldte 'VIP deltagere' i forsøget, som bestod af tidligere testpiloter, affalds-ambassadører fra Orø og ansatte i Fors A/S. Fælles for 'VIP-deltagerne' var, at de alle havde et forudgående kendskab til enten sorteringssystemet eller Fors A/S, hvorfor det blev vurderet, at de ikke ville kunne afgive en objektiv vurdering af sorteringssystemet eller stortesten. 'VIP-deltagerne' har derimod fungeret som ambassadører for sorteringssystemerne.

5.4.1.1 Startsat til enfamilieshuse og etageboliger

De to forskellige brugertyper har fået udleveret forskellige sorteringssæt jævnfør Figur 34 Startsat til enfamilieshuse og etageboliger.

Sorteringssystem til enfamilieshuse



- 3 store spande med låg
- 1 lille spand med låg
- 2 skillevægge

Sorteringssystem til etageboliger



- 2 store spande med låg
- 2 små spande med låg
- 2 skillevægge
- 1 udtrækssystem

Figur 34 Startsat til enfamilieshuse og etageboliger. Foto: Christoffer Regild

De indledende undersøgelser viste, at enfamilieshuse typisk allerede har et velfungerende sorteringssystem til rest- og bioaffald. Derfor vil et nyt sorteringssystem ofte fungere som et supplement til det eksisterende. Enfamilieshuse har normalt mere plads til sortering, så derfor behøver spande til de tørre affaldsfraktioner ikke nødvendigvis at være placeret under køkkenvasken. Typisk vil spande blive placeret i et bryggers eller lignende.

I etageboliger er der ofte mindre plads til sortering, og der er ikke nødvendigvis et velfungerende system i forvejen. Derfor skal et nyt system kunne fungere selvstændigt, og det skal være mere kompakt, så alt kan være under køkkenvasken. For at udnytte pladsen under køkkenvasken er der udviklet en udtræksskinne, hvori spandene kan placeres.

Sammen med sorteringssystemerne blev der udleveret en informationsstartpakke (Figur 35), der bestod af:

- En folder om sorteringssystemet
- Et sorteringshæfte
- Seks farvede fraktionsklistermærker til bioaffald, hård plast, papir, glas & flasker, restaffald og metal



Figur 35 Udleveret informationspakke i forbindelse med storskalatest

Folderne om sorteringssystemet gav forslag til brug af spandene samt forklaringer på de enkelte elementer og deres funktion. Der blev lavet to forskellige versioner til henholdsvis enfamiliehus og etageboliger, da startsættene ikke var ens. Fors A/S har ikke dikteret, hvad beholderne skulle bruges til. Tværtimod blev det i folderen beskrevet, at spandene kunne bruges både alene eller sammen med eksisterende systemer for at gøre det så fleksibelt og frit for brugeren som muligt.



Figur 36 Produktlancering for affaldsambassadører. Foto: Christoffer Regild

5.4.1.2 Udlevering og varsling af storskalatest

Udlevering af sorteringssystemerne og varsling af deltagelse i storskalatesten foregik forskelligt for de tre brugertyper:

1. Enfamilieshuse blev varslet af tre omgange af Fors A/S. Deltagerne modtog først en SMS, der informerede om, at de var udvalgt til at deltage forsøget. Derefter modtog de et husstandsomdelt postkort. Der blev sendt en yderligere SMS med varsling om, at leveringen af systemerne snart ville ske. Fors A/S leverede sorteringssystemerne hos deltagerne, og systemerne blev så vidt muligt placeret ved testdeltagernes hoveddør.
2. Boligselskabernes beboere er ikke kunder hos Fors A/S, derfor var det ikke muligt at udsende SMS-varsling. Beboerne modtog dog samme postkort, som enfamilieshusene. Selve udleveringen blev foretaget af ejendomsfunktionærer fra boligselskabet, som i nogle tilfælde hjalp beboerne med monteringen af sorteringssystemerne.
3. 'VIP deltagerne' havde selv meldt sig til forsøget, hvorfor de ikke skulle varsles. 'VIP deltagerne' fik udleveret deres systemer til en produktlancering, det nye produkt blev præsenteret af Fors A/S, Aage Vestergaard Larsen A/S og Schoeller Plast A/S (se Figur 36).

I forbindelse med udleveringen af systemerne på Lundestrædet og Bjergmarken, blev det besluttet at tilbagesende systemerne til Fors A/S. Hos Bjergmarken gjorde placeringen af vand-rør og vandlås i køkkenskabene det umuligt for spandene at blive monteret, og disse blev derfor omfordelt til de andre etageboliger herunder især Vangkvarteret i Holbæk.

5.4.1.3 Dialog med testdeltagerne

Fors A/S har løbende været i dialog med testdeltagerne via flere medier:

- **Facebook**

Det er blevet oprettet en lukket Facebook gruppe 'Plastforsøg', hvor det har været muligt for testdeltagerne at dele erfaringer, ros og problemer. Samtidig har Fors A/S brugt gruppen til at annoncere nyheder og konkurrencer i forbindelse med forsøget. Særligt 'VIP-deltagerne' har brugt gruppen flittigt til at stille spørgsmål til både hinanden og Fors A/S eller kommentere sorteringssystemets funktionalitet.

- **Mail – affald@fors.dk**

Der blev oprettet en mail specifikt til forsøget for at sikre, at testdeltagerne havde én nem adgang ind i Fors A/S. Affaldsmails er blevet brugt som kommunikationsvej for al information vedrørende projektet samt udsendelse af nyhedsbreve

- **Nyhedsbreve**

Fors A/S har løbende udsendt nyhedsbreve i forbindelse med forsøget. Nyhedsbrevene har haft forskelligt indhold. Første nyhedsbrev fokuserede på plast, hvilket der havde været mange spørgsmål omkring via mail og Facebook. Andet og tredje nyhedsbrev omhandlede resultaterne af de forskellige spørgeskemaundersøgelser (se Bilag 3).

5.4.2 Evaluering i udvikling af affaldsmængder under storskalaforsøg

Der er blevet målt på udviklingen af affaldsmængder under storskalaforsøget, herunder mængden af restaffald samt sammensætningen af restaffaldet.

5.4.2.1 Mængder af restaffald

Fors A/S har af Econet fået lavet en analyse af restaffaldets sammensætning fra 158 husstande i Svinninge, som har deltaget i forsøget. Analysen dækker restaffald svarende til de 158 husstandes restaffald i to uger. Der er lavet to analyser henholdsvis før (august 2016) og efter (januar 2017) udlevering af det nye affaldssorteringssystem. De detaljerede resultater af begge analyser kan ses i Dokument 5 (se side 87).

Mængden af restaffald per husstand per uge i august 2016 var på 3,99 kg, mens den efter forsøget i januar blev målt til 4,89 kg. Dette er en stigning på 22,5 %, hvilket kan skyldes årstidsvariationer, da mange er på ferie i august, hvorfor affaldsmængderne generelt er mindre i august, mens de ofte er større omkring højtiderne og vinterhalvåret, hvor folk er hjemme.

Ovenstående stigning i mængden af restaffald kan dog ikke bekræftes, hvis der ses på de samlede affaldsmængder indsamlet i Fors A/S indsamlingsområde, hvilket ses i Tabel 39. Tabellen viser, at mængden af restaffald i hele Fors A/S indsamlingsområde samlet set er faldet i løbet af projektet, mens alle de genanvendelige fraktioner med undtagelse af papir er steget. Faldet i restaffald antages at skyldes indførelsen af udsortering af plast og metal, samt øget fokus på formidling. Herunder har plast-projektet haft en stor påvirkning pga. den store presseomtale, som projektet har genereret (se afsnit 7 "Vidensformidling").

Tabel 39: Affaldsmængder indsamlet via Fors A/S indsamlingsordning i 2014 til 2016

	2014	2015	2016
Restaffald	10.034 ton	9.902 ton	9.025 ton
Bioaffald	2.792 ton	3.004 ton	3.533 ton
Glas	1.269 ton	1.356 ton	1.367 ton
Papir	2.768 ton	2.873 ton	2.693 ton
Metal	12 ton	34 ton	217 ton
Plast	15 ton	88 ton	314 ton

5.4.2.2 Sammensætningen af restaffald

Med baggrund i undersøgelsen hos husstande i Svinninge foretaget af Econet, er der ligeledes blevet kigget på sammensætninger af de ovennævnte mængder restaffald. Tabel 40 viser sammensætningen af indsamlet restaffald før og efter forsøget.

Tabel 40. Sammenligning af indsamlet restaffald, kg pr. husstand pr. uge og procent.

Restaffald Fraktioner	August 2016		Januar 2017		Ændring	
	kg/hus- stand/uge	%	kg/hus- stand/uge	%	kg/hus- stand/uge	%
Madaffald	1,445	36,2	1,730	35,4	0,285	-0,8
Haveaffald	0,019	0,5	0,046	0,9	0,027	0,5
Dyremøg	0,011	0,3	0,003	0,1	-0,008	-0,2
Rent papir	0,083	2,1	0,114	2,3	0,031	0,3
Pap og karton	0,154	3,9	0,215	4,4	0,061	0,5
Plastfolie	0,366	9,2	0,427	8,7	0,061	-0,4
Plastemballage	0,246	6,2	0,304	6,2	0,058	0,1
Andet plast	0,022	0,6	0,032	0,7	0,009	0,1
Glasemballage	0,053	1,3	0,044	0,9	-0,010	-0,4
Metal	0,037	0,9	0,048	1,0	0,010	0,0
Metalemballage	0,049	1,2	0,073	1,5	0,024	0,3
Blandingsemballage	0,262	6,6	0,324	6,6	0,062	0,1
A. brændbart	1,147	28,7	1,277	26,1	0,129	-2,6
Ej brændbart	0,077	1,9	0,222	4,5	0,145	2,6
Farligt affald	0,012	0,3	0,014	0,3	0,002	0,0
Batterier og WEEE	0,009	0,2	0,021	0,4	0,012	0,2
Total	3,992	100	4,892	100	0,900	

Mængden af restaffald er ligesom det blev påvist i afsnit 5.4.2.1 steget fra ca. 4 til 4,9 kg pr. husstand pr. uge i forsøgsperioden. Denne tilsyneladende stigning i mængden kan som nævnt skyldes, at stikprøven med restaffald i august er indsamlet på et tidspunkt, hvor en del af husstandene stadig har været på ferie. Denne antagelse underbygges af, at sammensætningen af restaffald i de to undersøgelser overordnet set er ens, og der derfor ikke syntes at være sket en stor ændring hvad der ryger i denne fraktion. Dette viser også, at udlevering af indendørs materiel til affaldssortering, ikke har haft nogen synlig effekt på forsøgsdeltagernes sortering af restaffald. I hvert fald har forsøget ikke ændret på sammensætningen af restaffald. Dette ændrer ikke på det forhold, at forsøget kan have ændret på andre affaldsstrømme – f.eks. på det affald affaldskunderne afleverer på genbrugspladsen. Umiddelbart er der dog ikke noget, der tyder på, at en sådan ændring skulle have fundet sted.

Generelt ligger den samlede mængde restaffald – henholdsvis 4 og 4,9 kg pr. husstand pr. uge – lavt, i forhold til hvad mængden er for andre kommunale indsamlingsordninger. En større landsdækkende undersøgelse af sammensætningen af restaffald fra haveboliger viser, at mængden ligger på ca. 9 kg pr. husstand pr. uge. Mængden i de to analyser fra Svinninge ligger således på kun det halve af denne mængde. Der kan være flere grunde hertil.

For det første har alle enfamiliehuse i Holbæk Kommune gennem mange år haft mulighed for at udsortere flere kildesorterede affaldsfraktioner, der bliver hentet i deres indkørsel. Affaldskunderne er således blevet vænnet til at skulle sortere sit affald.

For det andet er der i Fors A/S indsamlingsområde indført vægtbaseret afregning for indsamlet bio- og restaffald. Det betyder, at affaldskunderne allerede før forsøget har haft et økonomisk incitament til at sortere det genanvendelige affald fra, så mængden af restaffald bliver så lille som mulig. De nye indendørs sorteringssystemer har derfor ikke i sig selv givet affaldskunderne et yderligere incitament til at sortere affaldet.

Mængden af papir og glas i det indsamlede restaffald er meget lille sammenlignet med restaffald i andre kommuner. Dette gælder også kommuner, hvor der er indført indsamlingsordninger for papir og glas. Her vurderes det, at den vægtbaserede afregning har en stor betydning for den lille mængde papir og glas i restaffald fra Svinninge. Mængden af metal, plast og haveaffald er ligeledes mindre, end hvad der ses i andre ordninger.

Til gengæld er mængden af bioaffald i indsamlet restaffald stadig betydelig. Dette kan skyldes, at affaldskunderne ikke har et økonomiske incitament til at sortere bioaffald fra til genanvendelse, da det er den samlede mængde bioaffald og restaffald, der bestemmer den vægtbaserede afregning.

Der er dog stadigvæk mulighed for at udsortere en del af restaffaldet til genanvendelse. Det er især fraktionerne bioaffald, pap, plast og delvis metal, hvor der fortsat er et potentiale for yderligere udsortering.

5.4.3 Evaluering af kundeoplevelsen i forbindelse med storskalaforsøg

Kundeoplevelsen blev evalueret på baggrund af flere forskellige metoder. I løbet af forsøgsperioden blev der foretaget to spørgeskemaundersøgelser, en fotokonkurrence og 10 interviews.

I første spørgeskemaundersøgelse blev der lagt vægt på den information deltagerne havde modtaget i forbindelse med testen, hvorimod der i anden spørgeskemaundersøgelse blev lagt mere vægt på funktionaliteten af systemet. Interviews er brugt til at validere og gå i dybden med tendenser påvist i spørgeskemaundersøgelserne.

5.4.3.1 Deltagernes vurdering af informationsmaterialet

I alt deltog 394 testdeltagere i den første spørgeskemaundersøgelse, heraf var 371 brugere i enfamiliehuse og kun 20 testdeltagere var fra etageboliger. På grund af det lave antal af deltagere fra etageboliger blev det besluttet at se bort fra besvarelserne fra disse, da de ikke blev vurderet som værende repræsentative.

Undersøgelsen bestod dels af generelle spørgsmål om sorteringssystemet, dels af spørgsmål om den information, som deltagerne havde modtaget i forbindelse med testen. Spørgeskemaet blev distribueret via Facebook, mails og opslag i etageboliger.

Generelt var der positiv respons på informationsmaterialet og dennes virkning på brugeroplevelsen. 90 % af deltagerne svarede, at de havde set og modtaget information om sorteringssystemet, mens 81 % var tilfredse med informationen. 49 % fandt information om sorteringssystemet via den folder som fulgte med systemet. Hele 69 % af deltagerne svarede, at informationsstartpakken havde hjulpet dem godt i gang med at bruge sorteringssystemet.

Ud over de angivne svarmuligheder kunne deltagerne uddybe deres svar og mening om informationsmaterialet i et kommentarfelt. Her gik 17 af de i alt ca. 55 kommentarer på deltagernes tilfredshed med det nye sorteringssystem. En deltager kommenterede fx at:

"Informationen i materialet er fint/ok. Der hvor jeg har svaret "ved ikke" er blot et udtryk for at jeg ikke har brugt disse muligheder. Når interessen og viljen i husstanden for sortering er stor, giver mange af tingene sig selv. Vi har mest brugt det til lige at slå op i starten, indtil evt. tvivl var af vejen".

Derudover kommenterede en del af deltagerne på manglende information om plast og brugen af poser til spandene, generelt gik tvivlen på, hvad der kvalificeres som hård plast, og hvad de skulle gøre med plastfolie samt en tvivl om posetyper til især bioaffald. Opsamling på spørgeskema undersøgelsen kan findes i 5.6 - (se side 87).

5.4.3.2 Deltagernes vurdering af funktionalitet

I alt deltog 166 testdeltagere i den anden spørgeskemaundersøgelse, heraf var 114 brugere i enfamilieshuse, 46 var fra etagebolig og 6 var 'VIP deltagere'. Da kun 37 % af deltagerne fra etageboliger svarede at de rent faktisk brugte systemet, blev det igen besluttet at se bort fra disses vurdering af funktionaliteten, for at få det mest repræsentative billede.

Undersøgelsen bestod dels af generelle spørgsmål om sorteringssystemet, dels af spørgsmål om brug, indretning og placering af spande og udtrækssystem. Spørgeskemaet blev distribueret via mails og personlig kontakt i etageboliger.

Som nævnt var funktionalitet i fokus i denne undersøgelse, og der var forskel på hvilke udfordringer, der fyldte mest for deltagerne henholdsvis enfamilieshuse eller etageboliger. Grundet den manglende plads i etageboliger, havde mange af deltagerne allerede egne sorteringssystemer i brug, og havde derfor ikke plads til hele eller dele af systemet. Blandt deltagerne fra enfamilieshuse svarede 65 %, at de også bruger andre spande til at sortere deres affald. 67 % af deltagerne svarede, at det er svært eller lidt besværligt at finde plads til sorteringssystemet.

Blandt svarene på hvorfor deltagerne i etageboliger ikke bruger systemet, kommenterede en fx at:

"Der er ikke plads til det i skabet under køkkenvasken, og bor i en lille lejlighed på 66 kvm - så det kan ikke anvendes andre steder".

Som tidligere nævnt fik deltagerne ikke udleveret samme sorteringssæt, enfamilieshuse fik 3 store spande samt 1 lille, mens etageboliger fik 2 store og 2 små. Deltagere fra enfamilieshuse var generelt tilfredse med antallet af spande (mere end 60 %). I forhold til størrelsen svarede 69 % af enfamilieshusene, at de var tilfredse, mens resten primært kommenterede på, at mængden af affald, som spandene kan rumme, ikke slår til for fx en større børnefamilie.

Som uddybende svar til funktionaliteten af sorteringssystemet, gik 14 af de 47 kommentarer fra enfamilieshuse på generel tilfredshed med sorteringssystemet, mens 8 gik på udfordringer med brug af poser og 7 på manglende elementer i systemet. En deltager fra enfamilieshus kommenterede fx at:

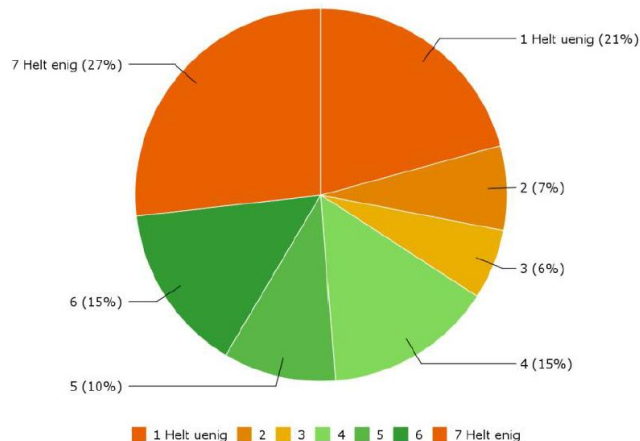
"Det ville være super med håndtag/hanke på, for eksempel når jeg bærer det fra køkkenet ud til skraldespandene eller skuret, så der er mulighed for at tage alle med på en gang".

5.4.3.3 Generel brugertilfreds

Fælles for begge undersøgelser var fokus på brugen og tilfredsheden med systemet. I første spørgeskemaundersøgelse svarede 62 % af enfamilieshusene at de brugte systemet. Hertil

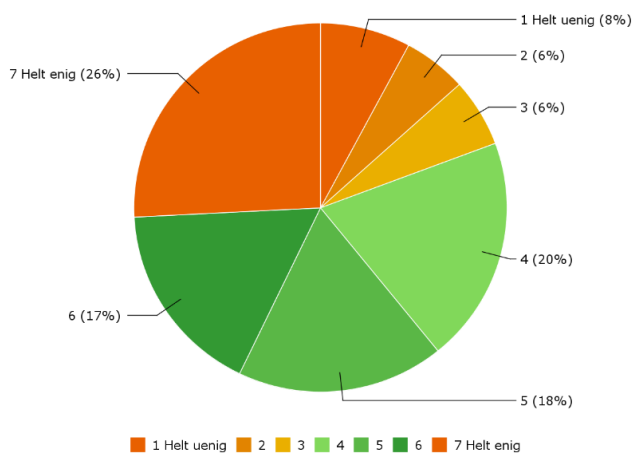
svarede 61 % af deltagerne at de sorterer mere til genbrug nu end før de fik sorteringssystemet (se Figur 37). I anden spørgeskemaundersøgelse var dette tal på 52 % af testdeltagerne i enfamiliehuse.

Figur 37: Hvor enig er du med følgende udsagn: Jeg sorterer mere til genbrug, end jeg gjorde, før jeg fik sorteringssystemet? - Enfamiliehuse



I henhold til spørgeskemaundersøgelse 2 var der ved forsøgsperiodens afslutning 75% i enfamiliehuse og 37% i etageboliger, der svarede, at de bruger sorteringssystemet. Derudover synes 67 % af enfamiliehusene, at sorteringssystemet har gjort det nemmere for dem at sortere affald. I alt svarede 71 % af brugerne i enfamiliehusene, at de var tilfredse med systemet (se Figur 38).

Figur 38: Hvor enig er du i følgende udsagn: Jeg er tilfreds med sorteringssystemet – enfamiliehuse



Som svar på hvorfor nogle ikke brugte sorteringssystemet, havde deltagerne mulighed for at uddybe deres svar i et kommentarfelt. 69 kommentarer omhandlede pladsmangel i husstanden eller størrelsen på sorteringssystemet som hovedårsag til manglende brug. En kommenterede fx:

”Vi bruger ikke de fine plast kasser da vi skal ændre afløb under køkkenvasken og et nyt køkken bliver lidt dyrt”.

En anden grund til den manglende brug var at finde blandt deltageres almindelige sorteringsvaner. I alt var der 43 kommentarer fra deltagere som forklarede, at de sørger for at gå ud med affaldet med det samme, og derfor ikke så nogen grund til at installere en mellemstation. En kommenterede fx:

” Vi har vore affalds containere stående kun 2m fra hoveddøren, så for os er det lige så nemt at smide det sorterede affald direkte i containeren. Samtidig er det også et pladsspørgsmål i køkkenskabet. Vi tænker at vi i sommer halvåret vil bruge systemet på terrassen som supplement”.

Igen var der forskel på om deltagerne boede i enfamilieshus eller etagebolig i forhold til hvorfor deltagerne ikke brugte sorteringssystemet. 21 af kommentarerne fra etageboligerne nævnte manglende plads i køkkenskabet som hovedårsag til, at de ikke bruger sorteringssystemet, mens det for enfamilieshuse primært skyldes pladsmangel, at deltagerne havde egne sorteringssystemer eller den førnævnte vane med at gå ud med affaldet med det samme (Se Dokument 6 og dokument 7 - side 87). Mange af deltagerne i især enfamilieshuse havde allerede deres eget sorteringssystem, og de så derfor ingen grund til at benytte det udleverede sorteringssystem. En deltager kommenterede:

” Jeg har mit eget system som jeg har brugt i flere år hvor jeg også sorter pap og plastfolie. Det fungerer godt ellers ville jeg gerne have brugt spandene. Dem har jeg afleveret så andre kan få glæde af dem”.

Generelt var der dog mange positive tilbagemeldinger i henhold til idéen med projektet, en deltager kommenterede fx at:

” Det er superdejligt med den fokus, som der er på sortering og genbrug i kommunen. Hold fanen højt, det skylder vi os selv og fremtidige generationer”.

Det kan derfor siges, at fokus på genanvendelse og genbrug uanset sorteringssystemets egentlige virkning er et vigtigt emne at tage op, og det derfor har haft en positiv indflydelse på mange deltagers engagement i forhold til affaldssortering.

5.4.3.4 Fotokonkurrence på Facebook

Der er blevet gennemført en fotokonkurrence på Facebook for at få dokumenteret, hvordan deltagerne har brugt sorteringssystemerne i praksis. Fors A/S har på egen virksomhedsprofil og i den lukkede Facebook-gruppe Plastforsøg lavet seks forskellige opslag, der har opfordret deltagerne til at uploade et eller flere billeder af, hvordan de bruger deres sorteringssystem. I kommentarfeltet kunne deltagerne give deres løsning et par ord med på vejen. Der var to stk. gavekort på højkant blandt dem, der valgte at deltage i konkurrencen, herunder en præmie blandt alle, der deltog og en særlig ærespris for den mest kreative løsning, som har gjort det lettere at sortere affald.

Den heldige vinder af fotokonkurrencen blev Jens Johan fra Orø (se Figur 39 t.v). Vinderen af 'den mest kreative løsning' blev Leif fra Svinninge (se Figur 39 t.h). Leif havde lavet et "hængsel" af tape til låget, så det sad bedre fast. Leif havde også sat nogle møtrikker som afstandsstykker, da han monterede spanden på en låge, da der ellers ikke var plads til låget.

Vinderen af fotokonkurrencen



Vinderen af den mest kreative løsning



Figur 39: De to vindere af fotokonkurrencens montering af sorteringssysteme

Generelt udviste deltagerne stor kreativitet i forhold til at få monteret og tilpasset sorteringssystemet, så det passede bedre til deres egne ønsker og behov. Lene havde fx savet to riller i hver sin side af de store spande, så der kom en kile, hvori poser kunne sættes fast (se Figur 40).

Figur 40: Lenes løsning, der blev delt i forbindelse med fotokonkurrencen



Alle deltagernes løsninger er blevet samlet i et katalog med titlen "Inspiration til indretning af affaldssortering i dit køkken", der viser, hvordan affaldskunder har indrettet deres sortering i hjemmet (se Bilag 4– Inspiration til indretning af affaldssortering i dit køkken). Mange af billederne er i en dårlige fotokvalitet, men dette anses af projektpartnerne kun som en fordel, idet det illustrerer billedernes autenticitet, da det er brugernes egne oplevelser og installationer, som er dokumenteret. Kataloget er lagt op på Fors A/S hjemmeside på <http://www.fors.dk/plastforsog> og delt via Fors A/S Facebook profil.

5.4.3.5 Interviews

Ti testdeltagere er blevet interviewet omkring deres brug af det nye sorteringssystem for at bekræfte tendenser identificeret i de to spørgeskemaundersøgelser. Interviewene foregik over telefonen. Deltagerne havde på forhånd – i forbindelse med en spørgeskemaundersøgelse – givet accept til at deltage i et telefoninterview. De ti deltagere blev udvalgt tilfældigt blandt de deltagere, der gav accept. Generelt bakkede deltagere i interviewene i høj grad op om svarene i spørgeskemaundersøgelserne.

Seks ud af ti deltagere bruger sorteringssystemet og svarede, at det har gjort det nemmere for dem at sortere affaldet. De er tilfredse med systemet og roser Fors A/S for initiativet. De fire deltagere, der ikke bruger sorteringssystemet, pegede alle på problemer med at finde plads til spandene. Spandene, der ikke bliver brugt, er for eksempel blevet stillet ud i et skur. I en lejlighed er spandene stillet ned i kælderen – hvis en ny lejer skulle være interesseret i at bruge dem.

"Vi har spandene til at stå på kontoret. Vi har ikke plads i køkkenet, og kontoret ligger lige ved siden af. Så kan vi også smide kontoraffald rigtigt ud".

”Spandene står i vores bryggersskab. Jeg er blevet inspireret til at købe et udtrækssystem af jeres folder, så nu hænger de på hylden inde i skabet”.

I interviewene er det meget udtalt, at deltagerne har haft problemer med at få plads til spandene, især i køkkenskabene. Tre ud af de seks deltagere, der bruger systemet, har fundet plads til spandene andre steder end i køkkenskabene.

Fire deltagere roste, at spandene er med låg, så bioaffald og skyllede metaldåser fra madvarer ikke kommer til at lugte i køkkenet. Som i spørgeskemaundersøgelserne gik problemet med at finde egnede poser til spandene igen i interviewene. To brugte poser, som ikke passer helt til spandene, mens fire har opgivet at bruge poser i spandene. Poserne blev i øvrigt kun brugt til spanden med bioaffald.

” Vi bruger pose til den til madaffald (den lille spand). Poserne er godt nok lidt store, men det fungerer fint nok. Der er godt nok meget pose, der hænger ud over kanten, men så er det nemt at slå en knude på den”.

” Jeg bruger de tynde affaldsposer, men de passer ikke til spandene, og det er lidt ærgerligt”.

Der var blandt alle ti deltagere i interviewene stor forståelse for, at det er vigtigt og nødvendigt at sortere affaldet. De fire deltagere, der ikke bruger sorteringssystemet, pointerede alle, at de sorterer på andre måder.

5.4.4 Vurdering af forsøg med frivillig udlevering af sorteringsspande

Grundet den store interesse for plastprojektet fra forskellige interessenter, kunder og virksomheder, og projektets mål om at teste systemet på forskellige typer af brugere, blev det i december 2016 besluttet at lave et forsøg med udlevering af de overskydende spande.

Da storskalatesten var 'påtvunget' var det interessant at finde ud af, om tilfredsheden samt brugen af systemet var anderledes hos de brugere, som selv opsøgte det. Det var især interessant at måle på om tilfredsgraden var forskellig i denne deltagergruppe. I henhold til formålet med projektet; at undersøge om udlevering af indendørs materiel har en effekt på sortering, var det ligeledes vigtigt at undersøge de forskellige udleveringsmetoder, for at finde den bedst mulige løsning, som giver størst succes med sorteringssystemet. På den måde fungerede 'forsøget med udlevering af ekstra spande' som et komparativt studie til storskalatesten.

Via et opslag på Fors A/S officielle Facebook side blev det muligt for alle interesserede at byde ind på de overskydende spande. Fors A/S modtog på kort tid mange henvendelser fra interesserede. Ud af disse blev der udvalgt 102 frivillige testdeltagere, som fik udleveret op til tre store spande, en lille spand og evt. en udtræksskinne alt efter eget ønske.

Spørgeskemaundersøgelse 3 rettede sig mod disse frivillige modtagere af det nye sorteringssystem. Undersøgelsen bestod dels af generelle spørgsmål om sorteringssystemet, dels af spørgsmål om, hvor de havde hørt om sorteringssystemet, og hvorfor de gerne selv ville have det. Det skal bemærkes, at 98% af de frivillige testdeltagere var fra enfamiliehuse, mens kun

2% var fra etageboliger. Testdeltagerne er derfor i denne undersøgelse behandlet som én gruppe.

Da deltagerne i denne brugerundersøgelse selv havde opsøgt sorteringssystemet, var andelen af dem, der brugte spandene, en del højere end i de foregående spørgeskemaundersøgelser. Hele 94 % af de adspurgte deltagere svarede, at de brugte systemet. Derudover svarede 60 %, at de var tilfredse med sorteringssystemet, mens kun 40 % svarede, at de sorterer mere til genbrug end før. Dette kan dog hænge sammen med den frivillige deltagelse, som tyder på en stor interesse i affaldssortering, hvorfor flere har vurderet, at det ikke var muligt at sortere yderligere ved hjælp af systemet.

Dette understøttes ligeledes i deltagerne besvarelse af spørgsmålet om hvorfor de ønskede sorteringssystemet, hvortil tre deltagere svarede, at de ledte efter en bedre løsning end den, de allerede havde, mens andre manglede specifikke spande til enkelte fraktioner, som de i forvejen sorterede på anden vis.

Ligesom i de øvrige spørgeskemaundersøgelser blev der kommenteret på spandenes størrelse både i henhold til plads i husstanden samt plads i selve spandene til affaldet som værende årsag til, at de enten ikke var tilfredse eller ikke brugte sorteringssystemet (Se Dokument 8 - side 87).

I forhold til funktionaliteten af systemet gik mange af deltagerne kommentarer igen fra de andre brugerundersøgelser omkring størrelsen på spande, pladsmangel og brugervenlighed. En deltager kommenterede fx at:

”Håndtag på låg er for små til at få fat i. Det ville også var rart, hvis man kunne vippe låget. Der kan ikke bruges pose i spandene når der er skillerum i.”

Værd at bemærke er dog, at tilfredsheden fra denne deltagergruppe ikke var meget anderledes end ved de forrige, idet 60 % svarede, at de var tilfredse, mens dette tal for enfamiliehuse i spørgeskemaundersøgelse 1 og 2 lå på henholdsvis 61 og 76 %.

Som førnævnt var mange af disse deltagere dog ekstra begejstrede for projektet, og grundet den frivillige tilmelding modtog sorteringssystemet derfor også en del ros, især for idéen med at omdanne genanvendt materiale til sorteringssystemer.

5.4.5 Udvikling af forretningsplan for fremtidig afsætning

Jævnfør projektansøgningen skal Schoeller Plast Enterprise A/S udvikle en forretningsplan for fremtidig afsætning af affaldssorteringssystemet. Dette har imidlertid vist sig svært på nuværende tidspunkt. Det skyldes blandt andet, at storskalatesten ikke entydigt har påvist en effekt ved uddeling af sorteringssystemer til affaldskunder. Dette kan skyldes, at sorteringssystemerne er uddelt i Holbæk Kommune, hvor affaldskunderne allerede har opnået et højt niveau i forhold til affaldssortering, hvorfor det er svært at løfte niveauet yderligere. Projektgruppen mener dog stadig, at udlevering af et affaldssorteringssystem burde have en effekt, hvis det bliver uddelt i andre kommuner fx i forbindelse med implementering af udsortering af flere affaldsfraktioner. Schoeller Plast A/S vil i 2017 undersøge denne tese nærmere ved at gå i dialog med andre kommuner samt affalds- og forsyningsselskaber, som er i gang med at implementere eller påtænker at implementere en løsning med henblik på en vurdering af, hvorvidt der er en kommerciel fremtid for det udviklede sorteringssystem.

Sideløbende vil Schoeller Plast A/S undersøge og vurdere muligheder for at indgå i strategiske samarbejder med mulige forhandlere, som kan afsætte sorteringssystemer til fx affalds- og

forsyningsselskaberne. Herunder anses det som et væsentligt kriterie, at det fortsat er muligt at kunne producere sorteringssystemet i indsamlet og oparbejdet plast fra selskabernes egne lokale områder, da storskalatesten i Holbæk Kommune viser, at produkthistorien omkring genanvendelse af plast er et af sorteringssystemets absolutte forcer.

6. Evaluering af projektets succeskriterier

Jævnfør projektansøgningen er der opsat tre delmål for projektet med tilhørende succeskriterier, der skal bruges til at vurdere hvorvidt projektet er lykket. I dette afsnit gennemgås succeskriterier enkeltvis, hvorefter det konkluderes om kriteriet er opnået.

Delmål 1: At fremme sortering af plast i de danske husholdninger, så der kommer en øget mængde plastaffald til modtageanlæggene.

Succeskriterier tilhørende Delmål 1:

- Der er indført udsortering af plast i 25.000 husstande i Holbæk Forsyning A/S indsamlingsområde
- Der er årligt i gennemsnit indsamlet 15 kg genbrugsplast per husstand via husstandsindsamlingen i Holbæk Forsyning A/S indsamlingsområde
- Mængden af indsamlet genbrugsplast fra genbrugspladserne i Holbæk Forsyning A/S indsamlingsordning er øget med 15 %

- ✓ Der er indført udsortering af plast i 23.000 enfamilieshuse i Fors A/S indsamlingsområde i andet halvår af 2015. Der er desuden indført udsortering af plast i 8.500 ejendomme med fælles løsninger i første halvår af 2016. Dette betyder, at succeskriteriet om indførelse af udsortering af plast i 25.000 husstande enfamilieshuse i Fors A/S indsamlingsområde er opnået.
- ÷ Tabel 41 viser den gennemsnitlige mængde plast indsamlet per måned per husstand i 2016 i Fors A/S indsamlingsområde. Samlet set er der indsamlet 10,75 kg per husstand i 2016, hvilket ligger under succeskriteriet på 15 kg plast per husstand, hvorfor succeskriteriet ikke er opnået.

Tabel 41: Mængde plast indsamlet via Fors A/S husstandsindsamling i 2016

	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	Maj.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Okt.	Nov.	Dec.	I alt
HUS plast	0,85	1,03	1,03	0,78	0,84	0,96	0,73	1,01	0,91	0,84	0,84	0,93	10,75

- ✓ Tabel 42 viser mængden af indsamlet plast fra Fors A/S genbrugspladserne i Holbæk Kommune. Tabellen viser, at der er sket en stor stigning i mængden af hård plast fra 2014 til 2015 på hele 719 %, hvilket formentlig skyldes, at fraktionen først blev indført i november 2014. Der er sket et lille fald i mængden på 5,4 % fra 2015 til 2016, hvilket anses som en ubetydelig mængde. Overordnet set er succeskriteriet med at øge mængden af hård plast indsamlet på genbrugspladser med 15 % stadig opnået.

Tabel 42: Mængde plast indsamlet på Fors A/S genbrugspladser i perioden 2014 til 2016

Plasttype	2014	2015	2016
Hård plast	11,3 ton	92,6 ton	87,6 ton

Succeskriterier tilhørende Delmål 2:

- Der opnås en god kvalitet af "sort" plast ved testkørsler
- Der er i forbindelse med projektet blevet genanvendt minimum 15 ton "ikke sort" plast fra husstandsindsamlinger og genbrugspladser

- ✓ Afsnit 5.2.2 "
- ✓ Udviklingstest for sort plast" på side 19 viser, at demonstrationsanlæg hos både Unisensor og RTT Steinerts i Tyskland har sorteringsudstyr, der kan sortere sort plast i forskellige polymertyper. Dette betyder, at succeskriteriet om at opnå en god kvalitet af "sort" plast ved testkørsler på demonstrationsanlæg er opnået.
- ✓ Tabel 43 viser mængden af plast, der er sorteret manuelt hos Fors A/S i forbindelse med projektet. I projektet har der været fokus på polymertyperne HD PE (02) og PP (05), som er blevet oparbejdet og genanvendt hos Aage Vestergaard Larsen A/S. Tabellen viser, at der er blevet oparbejdet 6,9 ton husstandsindsamlet plast og 151,8 ton hård plast fra genbrugsplastindsamlingen. Dette betyder, at succeskriteriet om at genanvende minimum 15 ton "ikke sort" plast fra husstandsindsamlinger og genbrugspladser er opnået. Tabel 43: Mængde af sortering plast fra Fors A/S genanvendt hos Aage Vestergaard Larsen A/S

Plasttype	HUS	GBP
Mængde sorteret	15 ton	230 ton
HD PE (02)	2,4 ton (16 %)	64,4 ton (28 %)
PP (05)	4,5 ton (30 %)	87,4 ton (38 %)
Mængde genanvendt	6,9 ton	151,8 ton

Delmål 3: At udvikle et affaldssorteringssystem til køkkenet produceret af recirkulerede materialer, så der sker en up-cycling af plastaffaldet fra husholdningerne:**Succeskriterier tilhørende Delmål 3:**

- Et affaldssorteringssystem produceret af genbrugsplast, herunder minimum 20 % genbrugsplast fra Holbæk Forsyning A/S husstandsindsamling og genbrugspladser men med et ønskeligt mål på 100 %
- Et indendørs affaldssorteringssystem, der er tilpasset husstandsindsamlingen i Holbæk Forsyning A/S
- Et affaldssorteringssystem testet af minimum 50 husstande i Holbæk Forsyning A/S indsamlingsområde
- Brugernes vurdering af affaldssorteringssystemets funktionalitet vurderes til minimum 5 på en skala fra 1 (helt uenig) til 7 (helt enig)
- Brugernes overordnede tilfredshed med affaldssorteringssystemet vurderes til minimum 5 på en skala fra 1 (helt uenig) til 7 (helt enig)

- ✓ Afsnit 5.2.6 "Test produktion hos Schoeller Plast" på side 38 dokumenteret, at det er muligt at støbe det nye sorteringssystem i 100 % genanvendt materiale fra Fors A/S. Dette betyder, at projektets succeskriterie om en anvendelsesgrad af minimum 20 % genanvendt materiale tilsat virgine materialer er opnået.
- ✓ Afsnit 5.3.5 "Det endelige design af sorteringssystemet" på side 62 beskriver det endelige indendørs affaldssorteringssystem udviklet af Schoeller Plast Enterprise A/S og Fors A/S, hvilket betyder, at succeskriteriet om at udviklet et affaldssorteringssystem, der er tilpasset husstandsindsamlingen i Fors A/S, er opnået.
- ✓ Afsnit 5.3.4 "Brugertest af mock-up i Fors A/S" på side 55 beskriver hvordan 50 husstande har testet forskellige mock-ups i forbindelse med udvikling af det nye affaldssorteringssystem. Afsnit 5.4.1 "Storskalaforøg hos 2.000 husstande" på side 66 be-

skriver hvordan 2.000 husstande i Holbæk Kommune har testet det nye affaldssorteringssystem. Begge afsnit viser, at succeskriteriet om at teste affaldssorteringssystemet hos minimum 50 husstande i Fors A/S indsamlingsområde er opnået.

- ✓ Jævnfør projektansøgningen skal brugernes vurdering af affaldssorteringssystemets funktionalitet vurderes. Det er imidlertid fundet svært at vurdere funktionaliteten overordnet, da de fleste brugere pålægger ordet funktionalitet forskellig værdi og forståelse, hvorfor det er svært at måle. Afsnit 5.4.3.2 beskriver brugernes vurdering af affaldssorteringssystemets forskellige dele. Derudover er der blevet målt på hvorvidt deltagerne bruger systemet, og om de føler, at sorteringssystemet har gjort det lettere for dem at sortere affald. Afsnit 5.4.3.3 viser, at 75 % af deltagere i enfamiliehuse og 37 % i etageboliger benytter det nye sorteringssystem. Da der er så få brugere i etageboliger, er der ikke et repræsentativt datagrundlag i forhold til at vurdere funktionaliteten for denne gruppe deltagere. 67 % af brugerne i enfamiliehuse har afgivet en vurdering på 5 eller derover på en skala fra 1 (helt uenig) til 7 (helt enig) i forhold til om sorteringssystemet har gjort det nemmere for dem at sortere deres affald. Dette viser, at succeskriteriet med en brugervurdering af affaldssorteringssystemets funktionalitet på minimum 5 er opnået for enfamiliehuse.
- ✓ Afsnit 5.4.3.3 beskriver, at 76 % af deltagere i enfamiliehuse har vurderet deres overordnede tilfredshed med affaldssorteringssystemet til 5 eller derover på en skala fra 1 (helt uenig) til 7 (helt enig), hvilket viser, at de er tilfredse med det nye system. Derved er succeskriteriet om, at brugernes overordnede tilfredshed med affaldssorteringssystemet skal vurderes til minimum 5 på den navngivne skala opnået ved enfamiliehuse.

Ovenstående viser, at otte ud af ni succeskriterierne er opnået, hvorfor det kan konkluderes, at projektet er lykket.

7. Vidensformidling

Formidlingen har fyldt meget i projektet fra start til slut, da der løbende har været stor interesse for projektets resultater fra både affaldsbranchen, plastindustrien og miljøinteresserede. Det er også baggrunden for, at der er blevet lagt info om projektet på Fors A/S hjemmeside. På hjemmesiden er der også oprettet en særlig underside med information til blandt andet testpiloter (<http://www.fors.dk/plastforsoget>). Her ligger blandt andet informationsfolderen omkring det nye sorteringssystem.

Der er brugt PR til at skabe opmærksomhed omkring projektet og de løbende resultater. Der har således været over 200 indslag løbende i hele projektperioden i både lokal- og landsdækkende presse. De lokale historier har primært været bragt i Sjællandske Medier såsom TV2 Øst og NordVestNyt, samt medier omkring Mariager, fx Randers Amtssavis. Hertil har der været en række indslag i den landsdækkende presse blandt andet i DR, Ingeniøren, Berlingske, Børsen, Altinget, Plast Panorama, Teknik & Miljø, Plast.dk, Metal-Supply.dk m.fl.

De samarbejdende virksomheder har løbende deltaget i konferencer og her holdt oplæg omkring projektet blandt andet for plastforum under Vestforbrænding, til DAKOFA konferencer, affaldsdage hos Dansk Affaldsforening og til affaldsforum under KaraNoveren. Aage Vestergaard Larsen A/S og Fors A/S har desuden lavet en udstilling i DAKOFAs telt til Folkemødet i 2015 omkring projektet, og gennemført et event i samarbejde med Plastindustrien og Dansk Affaldsforening til Folkemødet i 2016.

Både Fors A/S, Aage Vestergaard Larsen og Schoeller Plast Enterprise A/S har alle oplevet en grundlæggende stor interesse for projektet igennem hele forløbet i form af henvendelser omkring projektet. Dette drejer sig både om henvendelser fra videns institutioner, fagmedarbejdere i kommuner og affaldsselskaber, rådgivere og repræsentanter fra plastvirksomheder. Af samme årsag valgte samarbejdspartnerne at holde åbent hus i februar 2017, hvor de foreløbige resultaterne blev fremlagt. Ved samme lejlighed var der rundvisning i den manuelle sortering. Godt 80 deltagere mødte op til arrangementet.

Der er desuden i februar 2017 blevet afholdt en afsluttende konference "Plastaffald i en cirkulær økonomi", i samarbejde med Plastindustrien og Dansk Affaldsforening, hvor formålet var at fortælle om resultater og erfaringer fra MUDP-plast-projektet. Målgruppen for konferencen var fagmedarbejdere i kommuner og affaldsselskaber, samt rådgivere og repræsentanter fra plastvirksomheder. Godt 140 deltagere mødte op til konferencen. Derudover var der også en række andre talere på programmet, herunder Flemming Besenbacher, der er formand for regeringens Advisory Board for cirkulær økonomi, og som satte fokus på de nationale perspektiver for cirkulær økonomi.

8. Projektevaluering

Da det er første gang, at størstedelen af projektpartnerne deltager i et fondeprojekt af denne størrelsesorden, er der i projektansøgningen indskrevet, at der skal laves en projektevaluering for at vurdere selve processen, arbejdsgange og arbejdsfordeling mellem partnerne med henblik på intern læring til fremtidige udviklingsprojekter.

8.1.1 Samarbejdet mellem projektets partnere

Sammensætningen af projektgruppen blev ændret allerede i den indledende fase af projektet. Sorteringsselskabet DK Raastoffer gik konkurs inden projektets start, hvilket gjorde, at Aage Vestergaard Larsen A/S måtte inddrages og hele modellen for sortering af plast skulle ændres. Muligheden for automatisk sortering af husholdningsplasten i Danmark forsvandt, og der skulle etableres et alternativ, der kunne leve op til de renhedskrav, der er styrende for Aage Vestergaard Larsen A/S produktionsapparat. Nu, tre år efter ved evalueringen af projektet, er parterne enige om, at denne hændelse har betydet held i uheld for projektets resultater. Det er projektgruppens klare opfattelse, at man ikke havde kunnet opnå samme rene sortering på DK Raastoffers automatiske anlæg, ligesom de øvrige projektpartnere sandsynligvis ikke ville have etableret det tætte samarbejde med Aage Vestergaard Larsen A/S, som har været afgørende for at nå de resultater, projektet har nået.

Projektets tre partnere er generelt enige om, at projektets resultater ikke kunne være opnået uden det tætte samarbejde i projektet og det forhold, at partnerne sammen med brugerne af sorteringssystemet dækker hele plastens værdikæde.

Projektgruppen har gennem projektforløbet prioriteret hyppige arbejds møder til trods for geografisk afstand, hvilket har været medvirkende til at holde takten og sikre fremdrift løbende. Mødeformen, hvor partnerne har skiftedes til at være vært for arbejds møderne, har givet en fornemmelse af ejerskab og indsigt parterne imellem, hvilket har været med til at fastholde engagementet. Projektet har givet partnerne en dybere forståelse for de vilkår og den virkelighed, der eksisterer hos hhv. private virksomheder og offentligt ejede virksomheder, når man sammen skal nå et mål.

Projektgruppen har gennem projektforløbet selv haft arbejdshandskerne på, og har således deltaget i sorteringen af affald på genbrugspladserne for at udvikle sorteringsmetoderne og for at tilegne sig og bevare en praktisk forståelse for problemstillingerne omkring plastsortering. Projektgruppen har også engageret sig i brugerinvolveringen omkring design af sorteringssystemet og har selv været ude og tale med de affaldskunder, der har skullet anvende systemet.

Det har fungeret godt at skrive afslutningsrapporten løbende, så viden og erkendelser undervejs i et langt projektforløb ikke bliver glemt.

8.1.2 Samarbejde med eksterne parter

Gennem hele projektforløbet har projektgruppen haft et godt samarbejde med Teknologisk Institut, som har leveret ekspertbistand i forhold til plastgenanvendelse og i særdeleshed sort plast. Der er enighed i projektgruppen om, at dette samarbejde har fungeret upåklageligt. Teknologisk Institut har ligesom de øvrige projektpartnere taget aktiv del i projektet og har også haft arbejdshandskerne på i forhold til både praktisk sortering og rapportskrivning.

Projektets følgegruppe, som består af repræsentanter fra Plastindustrien, Dansk Affaldsfor-
ening, Københavns Kommune og Miljøstyrelsen, har været engagerede og deltagende gennem
hele projektføreløbet. Brancheorganisationerne har taget særligt aktiv del i projektet og har på
flere måder bidraget til at promovere projektets resultater.

8.1.3 Eksponering af projektet

Projektets forløb og resultater har haft nogle afledte effekter i form af markant forøget presse-
omtale for alle tre partnere. Det skyldes blandt andet timingen i projektet, som blev skudt i gang
på et tidspunkt hvor interessen for genanvendelse og cirkulær økonomi for alvor blev sat på
dagsordenen ikke kun i Danmark men i hele Europa. Samtidig har debatten om netop genan-
vendelse af plast fyldt meget i den danske presse. Den presseomtale, projektet har modtaget
gennem hele projektperioden, har været med til at åbne døre til eksponering og nye samar-
bejdsmuligheder for alle de tre projektpartnere. Presseomtalen har også bidraget til formidlin-
gen af projektets resultater og har betydet, at vidensdelingen nationalt er sket løbende gennem
hele projektperioden.

9. Bilagsoversigt

Bilag 1.	Brochure om plastprojektet
Bilag 2.	Plast sorteringsvejledning til genbrugspladsen
Bilag 3.	Storskalaforsøg Nyhedsbreve
Bilag 4.	Inspiration til indretning af affaldssortering i dit køkken

Øvrige dokumenter

Nedenstående rapporter er en dokumentation af øvrigt arbejde, som er udført i forbindelse med projektet. Dokumenterne kan fås ved henvendelse FORS eller til Miljøstyrelsen.

- 1. Udviklingstest for sort plast**
- 2. Spørgeskemaundersøgelse blandt danske affaldsselskaber**
- 3. Resultater af Kundetilfredsheds-undersøgelse "min sortering"**
- 4. Spørgeundersøgelser for testpiloter i brugertest.**
- 5. Undersøgelse af restaffald fra husstande i Svinninge**
- 6. Test af nyt sorterings system 1. undersøgelse**
- 7. Test af nyt sorterings system 2. undersøgelse**
- 8. Spørgeskemaundersøgelse blandt frivillige modtagere af sorteringssystemet**

Bilag 1. Brochure om plastprojektet

VI SKABER CIRKULÆR ØKONOMI I PRAKSIS



Aage Vestergaard Larsen A/S

 **SCHOELLER PLAST**



SÅDAN GÅR DET LANGT DET MESTE HUSHOLDNINGSPLAST I DANMARK

1. Forbrugeren smider plasten ud som restaffald
2. Restaffaldet indsamles
3. Restaffaldet bliver brændt i et forbrændingsanlæg



PLASTAFFALD BLIVER GENANVENDT

Fors A/S og Aage Vestergaard Larsen A/S har i samarbejde udviklet et manuelt sorteringsanlæg, hvor plastaffald bliver sorteret af særligt uddannede medarbejdere.

På grund af den manuelle sortering er det lykkedes at lave et nyt plastgranulat i 100 % genanvendt plast indsamlet hos Fors A/S affaldskunder. Plasten er af så god kvalitet, at den direkte kan erstatte virgine materialer i forholdet 1 til 1 i Schoeller Plasts produktion. Genbrugsplasten har kvalitet som ny plast.



NYT SORTERINGSSYSTEM ER UDVIKLET

Fors A/S og Schoeller Plast A/S har i tæt samarbejde med 50 affaldskunder udviklet et nyt og fleksibelt sorteringssystem til køkkenet. Herefter har 2.000 affaldskunder hos Fors A/S har fået udleveret systemet, der er lavet af 100 % genanvendt plast indsamlet hos husholdningerne i Holbæk Kommune.

Sorteringssystemet består af fire spande med tilhørende låg i forskellige størrelser og en skillevæg, så den enkelte kan kombinere og placere systemet på et ual af forskellige måder. Affaldskunderne bestemmer selv, hvilke typer affald de vil sortere i de fire spande.



Lærke Ærenlund, projektleder
og innovationskonsulent i Fors A/S

**"VI HAR GIVET VORES PLAST-
AFFALD NYT LIV. VI SKABER
CIRKULÆR ØKONOMI HVOR VI
STARTER OG SLUTTER HOS KUNDEN."**



Franz Cuculiza, adm. direktør
for Aage Vestergaard Larsen A/S

**"VI HAR SKABT NY VÆRDI I DANSK
HUSHOLDNINGSPLAST. DET GIVER
NYE FORRETNINGSMULIGHEDER
I HELE VÆRDIKÆDEN."**



Jan Bybjerg Pedersen,
forretningsudviklingschef hos
Schoeller Plast Enterprise A/S

**"VI HAR UDVIKLET ET NYT
PRODUKT OG EN RESSOURCEKÆDE
FOR GENBRUGSPLAST. DET ER EN
PRODUKTHISTORIE ALLE KAN FORSTÅ."**

Projektet er støttet med 3,2 millioner fra Miljøstyrelsens Miljøteknologiske Udviklings-
og Demonstrationsprogram (MUDP)



Aage Vestergaard Larsen A/S



Bilag 2. Plast sorteringsvejledning til genbrugspladsen

Sort forsøg



Sort plast



Sorteringsmaskiner kan ikke genkende sort plast. Derfor bliver op til 30 % af den plast, vi indsamler i Danmark ikke genbrugt, men sendt til forbrænding. Det har Aage Vestergaard Larsen A/S, Schoeller Plast Enterprise A/S og Holbæk Forsyning A/S sat sig for at gøre noget ved. I et nyt forsøg indsamler vi sort plast på vores genbrugspladser, så vi har en kulsort ressource. Miljøstyrelsen har givet penge til forsøget, så vi kan undersøge, hvordan sort plast kan blive nyttiggjort og genanvendt.

Holbæk Genbrugsplads
Spånebak 34
4300 Holbæk

Orø Genbrugsplads
Nørrestængevej
4300 Holbæk

Tølløse Genbrugsplads
Industrivej 14 A
4340 Tølløse

Tornved Genbrugsplads
Holbækvej 167
4440 Mørkøv

Jernløse Genbrugsplads
Virkelyst 19
4420 Regstrup

Plast er ikke bare plast

- sådan sorterer du plast på genbrugspladsen





- Spande
- Legetøj
- Kasser
- Regnvandstønder
- Skraldespande



- Plastposer
- Indpakningsplast
- Transportplast
- Afdækningsplast
- Boblefilm



- Plastbakker
- Plastbøtter
- Plastdunke
- Plastflasker



- Emballage
- Isolering af flamingo uden jord og beton
- Kapillærkasser



- Plasthaveborde
- Plasthavestole
- Plasthavebænke



- Tagrender
- Kloakrør
- Drænrør
- Kabelbakker
- Trapezplader



Bilag 3. Storskalaforsøg Nyhedsbreve

Kære deltager i test af nyt sorteringssystem

Du får dette nyhedsbrev, fordi du bor i et område, hvor vi tester et nyt sorteringssystem med plastspande til affaldet fra den daglige husholdning.

Hård plast og plastfolie

I forbindelse med testen får vi mange spørgsmål om sortering af plast. Vær opmærksom på, at du kun må lægge hård plast i plastbeholderen ved din husstand.

HÅRD PLAST er plastflasker, plastdunke og plastbøtter fra drikkevarer, madvarer, sæbe, shampoo og rengøringsmidler. Altså først og fremmest emballage af plast.

Du kan kende hård plast på, at du kan tromme på det. Læg hård plast løst i beholderen og saml det ikke i plastposer. Tøm emballage for indhold og fjern madrester fra affaldet.

PLASTFOLIE er for eksempel plastposer, bobleplast og plast fra indpakning. Plastfolie skal du aflevere på genbrugspladsen eller i beholderen til restaffald. Det samme gælder større plastting som legetøj, haveslanger og gummistøvler.

Læs mere her:

WWW.FORS.DK/SORTER-AFFALDET

Tak for indsatsen

Vi vil benytte lejligheden til at sige tak, fordi du sorterer til genbrug. Vi håber, du har stor fornøjelse af det nye sorteringssystem.

Venlig hilsen Fors A/S



Vi ønsker
dig en rigtig
glædelig jul
og et godt
nytår.

Resultater fra undersøgelsen

I december 2016 gennemførte vi en spørgeskemaundersøgelse for at høre om erfaringerne med det nye sorteringssystem.

Vi fik omkring 400 svar, og det er vi rigtig glade for. Tak for hjælpen – jeres tilbagemeldinger er vigtige for os, når vi skal udvikle et endeligt sorteringssystem.

Resultater fra spørgeskemaundersøgelsen

Undersøgelsen viser, at 63% af modtagerne bruger systemet. Den viser også, at 62% af brugerne mener, systemet gør det nemmere for dem at sortere affaldet.

Undersøgelsen peger desuden på en række årsager til, at 37% ikke bruger systemet. Nogle har allerede indrettet deres eget sorteringssystem, og andre sorterer løbende affaldet i de udenørs beholdere. Omkring hver tredje peger på, at spandene ikke passer til køkkenskabet.

Deltagerne i undersøgelsen er i høj grad tilfredse med den information, de har modtaget om det nye sorteringssystem. Mest populær er folderen, der fulgte med sorteringssystemet.

Ny undersøgelse

I februar modtager du et nyt spørgeskema. Vi håber, du endnu en gang vil bruge tid på at dele dine erfaringer med os. Det er det sidste spørgeskema, du modtager.

Bruger du ikke spandene?

Hvis du ikke bruger sorteringssystemet til affald, er du velkommen til at bruge det til alt muligt andet. Kan du slet ikke bruge det, er du velkommen til at aflevere det til personalet på genbrugspladsen eller i vores reception på Tåstrup Møllevej 5, 4300 Holbæk.



Test af sorteringssystem har givet masser af ny viden

Testperioden er nu slut, og vi er blevet meget, meget klogere.

Vi har i testperioden gennemført to spørgeskemaundersøgelser, ti fokusinterviews og en fotokonkurrence. Her kan du se, hvordan deltagerne svarede på tre centrale spørgsmål i de to undersøgelser.

Et flertal på 62% og 75% i enfamilieboliger svarer, at de bruger sorteringssystemet. Tallet for etageboliger er 37%.

Et flertal på 60% og 67% i enfamilieboliger svarer, at sorteringssystemet har gjort det nemmere at sortere affaldet. Tallet for etageboliger er 36%.

Et flertal på 61% og 76% i enfamilieboliger svarer, at de er tilfredse med systemet. Tallet for etageboliger er 71%.

En del testdeltagere giver i kommentarfeltene udtryk for, at der er for lidt plads i spandene, og at spandene ikke passer til standard affaldsposer.

Vi kan overordnet konkludere, at udlevering af sorteringssystemet har haft en positiv effekt på brugeroplevelsen – særligt i enfamiliehuse.

Fortsæt den gode indsats

Vi håber, du vil fortsat vil sortere flittigt, selv om testperioden er slut. Sorteringssystemet er dit, og du kan bruge spande, låg og skillevægge, som det passer dig bedst. Ønsker du ikke at bruge sorteringssystemet, er du velkommen til at aflevere det til personalet på genbrugspladsen eller i vores reception på Tåstrup Møllevej 5, 4300 Holbæk.

Tusind tak for hjælpen

Til slut vil vi sige tusind tak fordi du har testet det nye sorteringssystem og deltaget i diverse undersøgelser. Du har givet os masser af ny viden, som vi kan bruge i vores fremtidige arbejde. Vi samler alle resultaterne i en stor rapport, som vi offentliggør på www.fors.dk i april 2017.

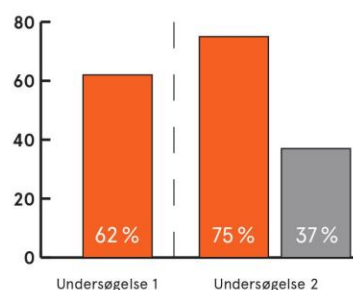
Du er altid velkommen til at kontakte os på fors@affald.dk, hvis du har yderligere spørgsmål.

Venlig hilsen Fors A/S

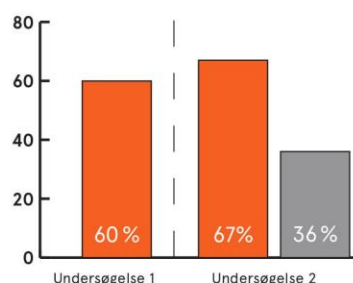


■ Enfamiliehuse ■ Etageboliger

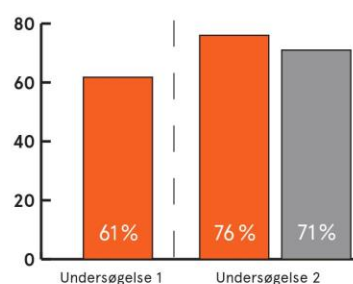
Så mange svarer, at de bruger det nye sorteringssystem:



Så mange svarer, at sorteringssystemet har gjort det nemmere at sortere:



Så mange svarer, at de er tilfredse med sorteringssystemet:



Bilag 4. Inspiration til indretning af affaldssortering i dit køkken

Inspiration til indretning af affaldssortering i dit køkken

Se her, hvordan en række affaldskunder i Fors A/S har indrettet deres sortering



Sorteringssystem af genbrugsplast

Fors A/S har i tæt samarbejde med 50 kunder og Schoeller Plast A/S udviklet og designet et nyt sorteringssystem. Systemet er fremstillet af plast, som kunder i Fors A/S har afleveret til genbrug og er blevet testet hos 2.000 husstande i Holbæk Kommune.

Her i folderen kan du se, hvordan nogle af husstandene har valgt at bruge det nye sorteringssystem i deres køkken.

Kig på billederne og bliv inspireret til at finde en god løsning, der passer til dit hjem og dine behov.

God fornøjelse
Fors A/S



Paws løsning:

Vores skraldespande er monteret på medfølgende stativ (virker godt men en smule løst, da det kun er monteret på én skinne, burde nok have været en i top og bund). De medfølgende mærker er bare super. De to i stativ er Rest og Bio. Den i bunden er med skillerum, Plast og Metal.

Bentes løsning:

Så er de nye kasser flyttet ind i mit bryggers – og nu er det tydeligt for alle i familien, hvor affaldet skal hen.

Jeg tror nu nok de kommer op at hænge på væggen – lige om lidt.



SIDE 4 - FOTOKONKURRENCE - PLASTFORSØG

Flemmings løsning:

Vi har ingen låge under vasken, men trækker hele skabsbunden ud som en skuffe. Deri har vi placeret de to store spande og bruger den ene til restaffald og den anden til bio + nye poser. Skillerummet fungerer perfekt til at holde posen og opdele spanden til to rum.

En af de små spande er monteret på bagsiden af skabsfronten på to skruer. Så er den god til havekompost og dermed let at hægte af når den

skal tømmes ud i kompostbeholderen i haven. Den anden lille spand holder styr på alt det, der ellers roder i skabet, og under kompostspanden kan opvaskebaljen let være.

Glas og metal samler vi i bryggerset og går ud med det i containeren efterhånden som det bliver brugt i husholdningen. Ingen grund til at bruge plads til det under køkkenvasken.



FOTOKONKURRENCE - PLASTFORSØG - SIDE 5



Annettes løsning:

Så fik jeg også brugt den 3. spand med hænger. Oppe på badeværelset til shampoo-flasker mv. og kartonemballage fra sæbe, cremer mm. i den store spand. Og batterier og småt elektrikkaffald i den lille spand.

fors

FOTOKONKURRENCE - PLASTFORSØG

Britts løsning:

Desværre er der ikke plads til udtrækket under min vask, så jeg har de gamle spande under vasken og de nye (midlertidigt) for enden af køkkenbordet.

FOTOKONKURRENCE - PLASTFORSØG - SIDE 7

fors

Gittes løsning:

Der er meget lidt plads under køkkenvasken, hvorfor jeg også har inddraget nederste hylde i et køkkenskab, samt døren i kosteskabet.

Under håndvask:

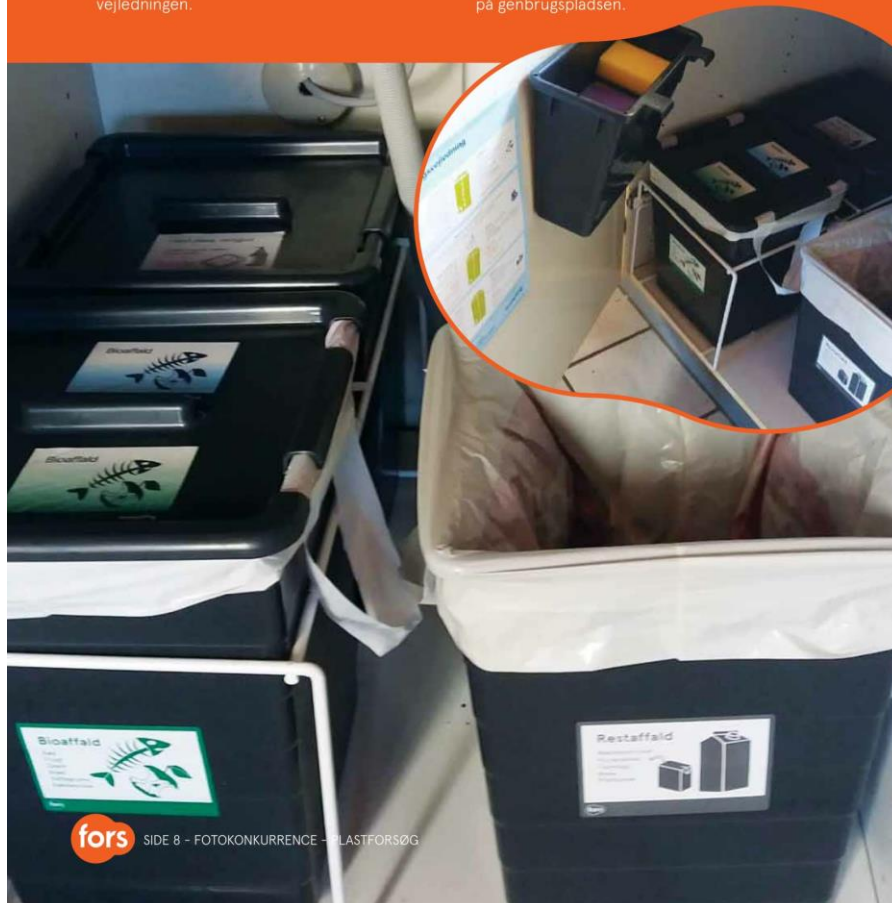
- Udtræksystem: Hård plast bagerst. Forrest bioaffald med låg.
- Ved siden af: Bagerst lille boks til batterier og småt elektronik. Forrest Restaffald uden låg.
- På døren: Lille boks anvendes til køkkensvampe og opvasketabs. Desuden ophængt sorteringsvejledningen.

I køkkenskab:

- Udtræk & boks fra tidligere test: Uundværlig til glas og metal, nem at trække ud og står fint uden lugt, selvfølgelig rengjort. Kan nøjes med at tømme ugentlig – kassen bæres ud.

På dør i kosteskab:

- Pose fra tidligere anvendes til papir og "små dagligt pap". Større papkasser opbevares i skur indtil der er nok til en tur på genbrugspladsen.



Ibs løsning:

Her er mit sæt plastspande kommet til. Ved ikke rigtig hvor jeg skal placere dem. Savner en posestørrelse til bioaffald, så der bruger jeg stadig min gamle spand. Ellers bruger jeg en til plast, en til papir/metal, en til hvad der skal i kompostbeholderen, og den lille til batterier/elektronik.

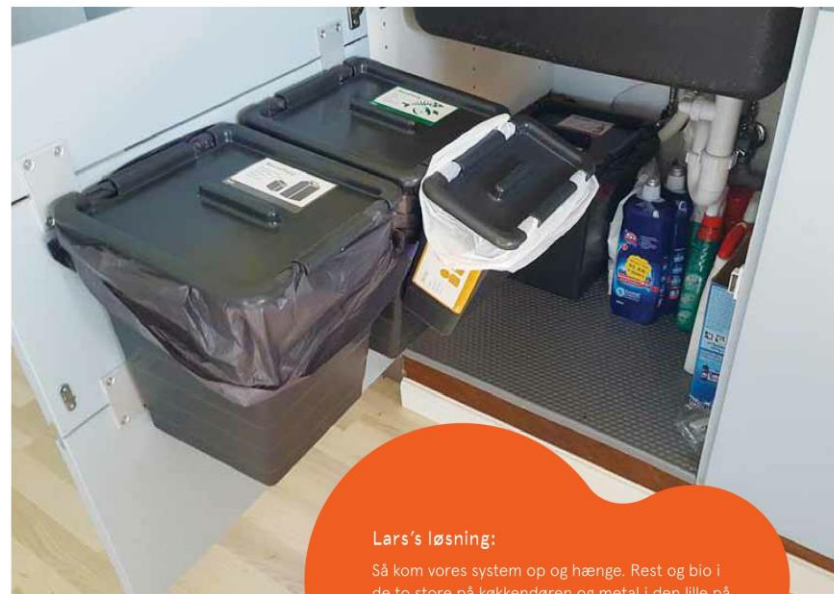
Inges løsning:

Skraldespande sat op. Dog med en stor i overskud, men den bliver nok brugt i skuret. Benytter to spande i køkkenskabet. En til rest og en til bio. Og en af de små spande til hønsene. Klistermærker sat på. Ville gerne have slide funktion, men dette fulgte ikke med på dette sæt.

Er allerede et hit alene fordi der er låg på.

fors

SIDE 10 - FOTOKONKURRENCE - PLASTFORSØG



Lars's løsning:

Så kom vores system op og hænge. Rest og bio i de to store på køkkendøren og metal i den lille på døren. Glas/hård plast inde i skabet.



FOTOKONKURRENCE - PLASTFORSØG - SIDE 11

fors



Susannes løsning:

Sådan er mit system placeret i køkkenet. Selv min kat Molly passer godt på det.

fors

SIDE 12 - FOTOKONKURRENCE - PLASTFORSØG

Lenes løsning:

Jeg har monteret en ekstra liste på udtræks-skinen for at den kunne komme uden om kanten og hængslet på lågen.

Jeg synes dog, at den begyndte at hænge til siden, allerede med kun lidt fyld i, så jeg afmonterede den igen og hængte en stor og en lille spand op på lågen. Det fungerer godt! Jeg har opdelt den store i et mindre og større rum til hhv. grønt og rest-affald.

Jeg har savet to riller i hver side, som jeg kan kile poserne ned i – og så passer de med de billige poser. Den lille er til hønsemad.

En af de andre store spande har jeg bare sat bagerst i skabet til hård plastik. Desværre var der ikke plads til en til, som jeg bruger til metaldåser og lignende. Den krukke, som jeg brugte tidligere kunne gå ind under den hængende spand, så derfor blev den sat ind igen.



FOTOKONKURRENCE - PLASTFORSØG - SIDE 13

fors

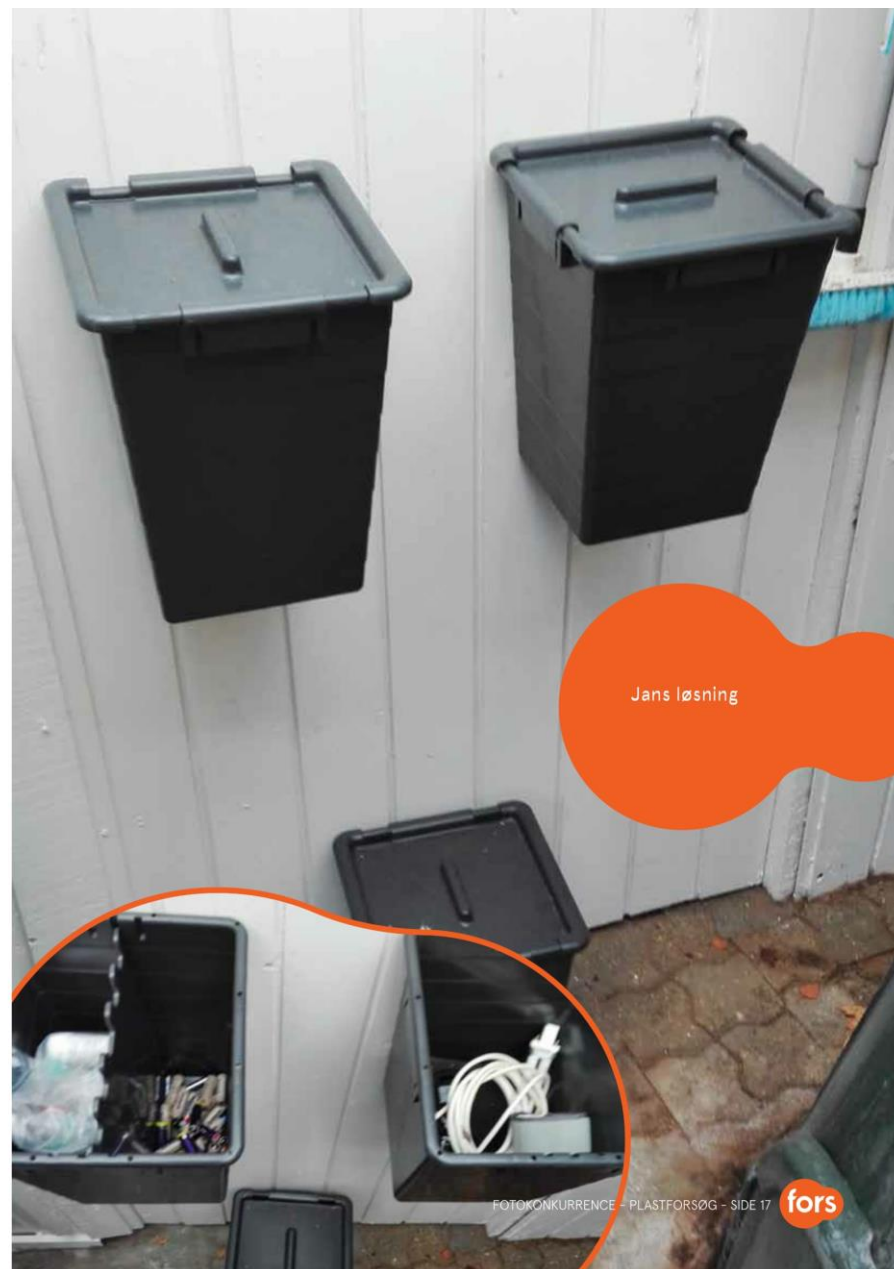


Ninnas løsning:

Vores spande står på bordet i bryggerset. Det fungerer for os, for før satte vi bare glas, papir, metal og plastik på køkkenbordet. Bio og rest har vi spande til under køkkenvasken.



SIDE 16 - FOTOKONKURRENCE - PLASTFORSØG



Jans løsning

FOTOKONKURRENCE - PLASTFORSØG - SIDE 17



Stines løsning:

I kombination med mit almindelig sorterings-system sorterer jeg alt under vasken.

- 1) Til højre: Almindeligt husholdningsaffald og hårdt plast i udtræksskinnes spande.
- 2) I den midterste sektion er en stor spand med rumopdeling bagerst, hvor jeg sorterer glas og papir. På den store spand hænger en lille pose til bio, som jeg alligevel tømmer hver dag.

- 3) I den venstre sektion er der en stor spand med rumdeler bagerst, hvor jeg sorterer batterier og småt elektronik i det ene rum og i det andet rum er de småting, der skal afleveres på genbrugspladsen, som man ellers nemt kommer til at smide i en forkert spand, fordi de er så små at man ikke lige har et sted til dem. På den store spand hænger en lille til metal.

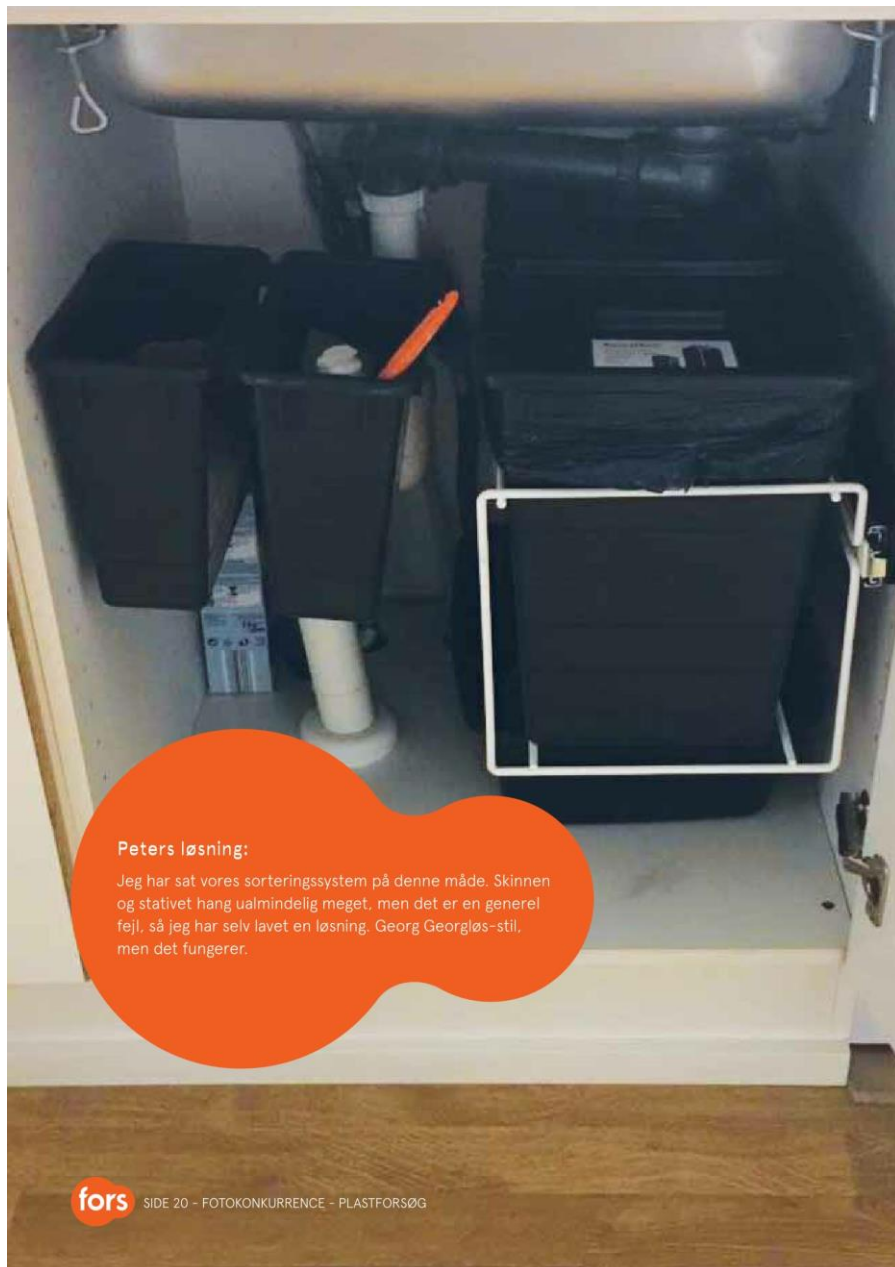
Selv mine børn på 8 og 11 år kan faktisk sortere det meste korrekt nu.



Siris løsning:

Mit set-up efter megen fiflen. Spand til venstre med rumopdeling til rest i pose og småt brændbart uden pose. Stor spand på lågen til organisk, forsøgstvist rundelt, så posen kan hænge. Organisk safter altid, så jeg ved ikke helt hvad der kan være i det andet rum, men prøver med pantflasker, de skal alligevel lige skylles inden de bliver afleveret. Den lille spand, der hænger, er til komposten. Den bliver uden pose og tømmes dagligt.





Peters løsning:

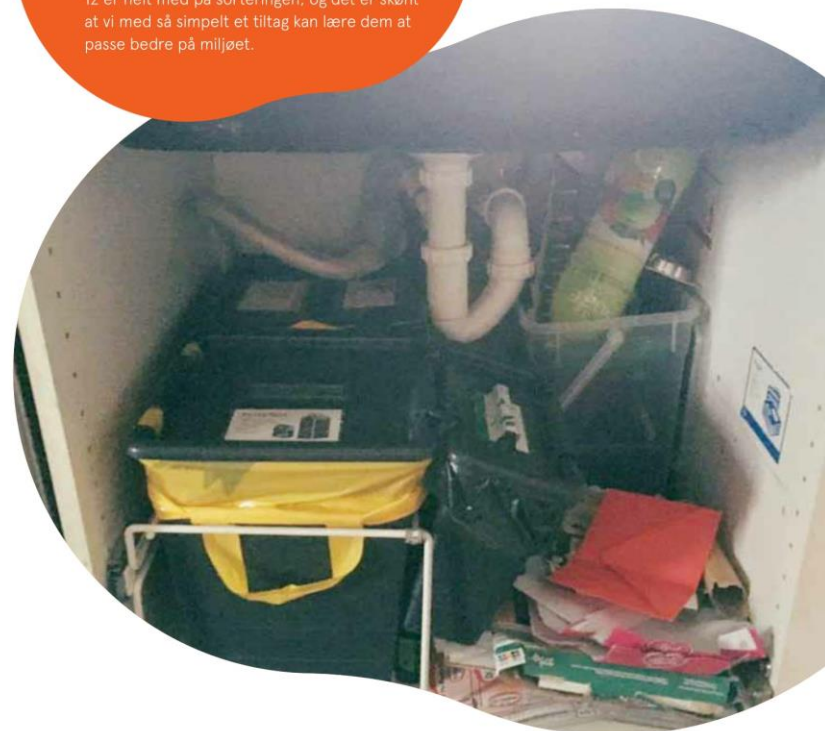
Jeg har sat vores sorteringssystem på denne måde. Skinnen og stativet hang ualmindelig meget, men det er en generel fejl, så jeg har selv lavet en løsning. Georg Georglæs-stil, men det fungerer.



SIDE 20 - FOTOKONKURRENCE - PLASTFORSØG

Nathalies løsning:

Sådan ser "skraldeskabet" ud herhjemme. Rest har sin egen spand, bio er den lille. Glas og metal deler den bagerste og plast ligger i sin egen spand. Pap/papir foldes fladt og lægges i bunden af skabet. Børnene i huset på 8 og 12 er helt med på sorteringen, og det er skønt at vi med så simpelt et tiltag kan lære dem at passe bedre på miljøet.



FOTOKONKURRENCE - PLASTFORSØG - SIDE 21





Genbrugsplast: Fra husholdningsaffald til husholdnings-sorteringssystem

Rapporten "Genbrugsplast: Fra husholdningsaffald til husholdnings-affaldssorteringssystem", beskriver muligheden for at skabe cirkulær økonomi for den tørre affaldsfraktion plast herunder at finde anvendelsesmuligheder for den recirkulerede plast i nye produkter.

Fors A/S har indsamlet kildesorteret plast fra husstande i Holbæk Kommune. Plasten er herefter blevet manuelt sorteret i polymertyper, og er efterfølgende sendt til genanvendelse hos den danske oparbejdningsvirksomhed Aage Vestergaard Larsen A/S. Den oparbejdede plast er herefter sendt til den danske plastproducent Schoeller Plast Enterprise A/S, der har udnyttet den recirkulerede plast i et nyt produkt; et indendørs affaldssorteringssystem.

Projektet har vist, at det er muligt at fremstille plastemner produceret af 100 % genanvendt husholdningsplast. Ved den manuelle plasticsortering er der således opnået et materiale, der kan erstatte jomfruelig plast i forholdet 1:1.



Miljøstyrelsen
Strandgade 29
1401 København K

www.mst.dk