



Miljøministeriet
Miljøstyrelsen

Udvikling og test af HDPE produkter i post-consumed plast **MUDP rapport**

MUDP Rapport

Oktober 2022

Udgiver: Miljøstyrelsen

Redaktion: Tomas Sander Poulsen, Provice

ISBN: 978-87-7038-452-0

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.	Forord	5
1.1	Projektets formål	6
1.2	Sammenfatning af projektets aktiviteter	7
2.	Sammenfatning	9
2.1	Konklusion	9
2.2	Udvikling af OceanIX råvarer	9
2.3	Test af støbeplast prototyper	10
2.4	Test af blæseplast prototyper	10
2.5	Miljøvurdering og cirkulære modeller	10
2.6	Kundefeedback på prototyper	11
3.	Testforløb	13
3.1	Udvikling af råvarer i post-consumed plast	13
3.1.1	Plast til direkte fødevarerkontakt	13
3.2	Valg af test-forme til prototyper	14
3.2.1	Valg af emner til test til sprøjttestøbning	14
3.2.2	Valg af emner til test til blæsestøbning	14
3.3	Testprogram	15
3.3.1	Justeringsmuligheder i test	15
3.4	Testparametre	15
4.	Sprøjttestøbning i OceanIX rHDPE hos Schoeller Plast	17
4.1	Tilrettelæggelse af test i støbeplast	17
4.1.1	Plastix råvarer og compounds til test	17
4.1.2	Kommercielle og produktionstekniske vilkår	18
4.1.3	Initial støbetest	18
4.1.4	Testresultat - produktionsteknisk	19
4.2	Testresultat - mekanisk test	21
4.2.1	Konklusion	24
4.3	Test - ølkasse	25
4.3.1	Testresultat	26
4.4	Test – brødkasse	27
4.4.1	Testresultat	28
5.	Blæsestøbning i OceanIX rHDPE Green	30
5.1.1	Processen	30
5.2	Testproduktion – 1.000 ml. dunk	30
5.2.1	Produktionstekniske data	31
5.2.2	Testproduktion	31
5.3	Test - 250 ml flaske	33
5.3.1	Produktionstekniske data	33
5.3.2	Konklusion	36
6.	Vurdering af miljøeffekter	38
6.1	Miljøvurdering af OceanIX	39

6.2	Miljøvurdering af prototyper i støbeplast	40
6.3	Miljøvurdering af prototyper i blæsestøbt plast	41
6.4	Cirkulære modeller	41
7.	Formidlingsaktiviteter	44
Bilag		45
Bilag 1.1	DK 173 brødkurv	45
Bilag 1.2	Teknisk tegning af flaske til blæsestøbning	46
Bilag 1.3	Oceanix produktdatablad	47

1. Forord

Der er en stigende efterspørgsel i markedet for plastprodukter i genanvendt plast. Den typiske løsning er at iblande mindre mængder industrielt regranulat med virgin plast. Men en cirkulær løsning vil være nye plastprodukter fremstillet af post-consumed plast, dvs. plast som har været ude hos slutbrugen og er indsamlet igen.

Dette projekt har været et udviklings samarbejde med deltagelse af Schoeller Plast, Plastix, J. Myhre, Arla, Provice og Plastic Change og om at udvikle og teste tyndvæggede kvalitetsplast-emballager i 100% post-consumed plast, som opfylder krav til sporbarhed, renhed og konkurrencedygtig produktion.

Præsentation af projektdeltagere

Plastix

Plastix A/S producerer og udvikler plastråvarer af post-consumed affald, bl.a. brugte fiskenet, net fra gartnerier og hård affaldsplast. Plastix har gennem de seneste 5 år udviklet og opbygget et anlæg i Lemvig hvor plast-affald kan fraktioneres, neddeles, vaskes, tørres og ekstruderes til plastråvarer. Det betyder, at Plastix kan modtage forarbejdningskrævende plastaffald og om-danne det til plastråvarer i ensartet kvalitet, som kan konkurrere med virgin plast.

Plastix var ansvarlig for produktudvikling og modificering af Oceanix pellets i post-consumed affaldsplast, medvirkende i teknisk test og kvalitetssikring af prototyper, tilvejebringelse af dokumentation vedr. affalds råvare som regranulat er baseret på

Schoeller Plast

Med mere end 50 års erfaring er Schoeller Plast en kompetent producent af sprøjttestøbte plastemner. Schoeller Plast kombinerer denne mangeårige erfaring med viden om nye konstruktions- og produktionsmetoder samt materialer i fremstillingen af plastprodukter i støbeplast.

Schoeller Plast har en ambition om at være en af de førende leverandører af plastemner i de markeder som betjenes, bl.a. emner i post-consumed plast. De investeres løbende i maskinpark og produktionsfaciliteter så der kan produceres emner iht. de nyeste metoder og designs. Fra små til helt store emner. Schoeller Plast fremstiller produkter til brug i mange forskellige brancher og industrier herunder fødevarer-, medicinal- og designindustri.

Schoeller Plast har varetager test og produktion af prototyper i støbeplast. Schoeller Plast var hovedansvarlig for testforløb med formstøbning i to faser - initial test hvor der støbes på regranulat med henblik på indkøring af testgranulat. Derefter produktion og test af støbt prototype, bidrag til dokumentation, bidrag til tekniske observationer.

J. Myhre

J. Myhre ApS producerer emballageprodukter i til væsker for kunder i levnedsmiddelindustrien, personlig pleje og den kemisk- tekniske industri. De deltager i retur- eller kredsløbsordninger for de enkelte emballager. J. Myhre har i 2019 taget nye produktionsfaciliteter i brug til produktion af blæsestøbte plastbeholdere ud fra kundespecifikationer.

J. Myhre har været ansvarlig for projektets test og produktion af prototyper i blæsestøbt plast, herunder udvikling af formværktøjer, test af prototyper, bidrag til dokumentation, bidrag til tekniske observationer.

Arla

Arla har medvirket som sparringspartner i forhold til kundespecifikationer og ønsker i relation til funktionalitet til kasser i støbeplast. Arla har en grundlæggende interesse i at markedet kan tilbyde produkter, der så vidt muligt er produceret i bæredygtig plast. Arla har et betydeligt forbrug af plastprodukter til fødevareemballage og transportemballage.

Provice

Provice er et konsulentfirma specialiseret i miljøinnovation og grøn forretningsudvikling og bistår virksomheder i udvikling af cirkulære løsninger. Provice har varetaget den overordnede projektledelse, sekretariatsfunktion, udført miljøvurderinger og slutrapporteringen.

Plastic Change

Plastic Change er en dansk NGO, der arbejder med at dokumentere og formidle problematikker omkring plastikforurening, mobilisere mennesker til handling samt anvise løsninger. Plastic Change har bidraget med formidling af showcases og projektet erfaringer i udstillinger og har produceret en film om projektcasen "OCEANbox". Plastic Change samarbejder med visionære partnerskaber på tværs af industri, regeringer og miljøbevægelsen, nationalt og internationalt om komplekse problemstillinger i forhold til plast

Projektet blev gennemført i perioden 1.8 2018 – 1.2 2020

1.1 Projektets formål

Projektet overordnede mål var at udvikle grundlaget for at genanvende det mere forarbejdningskrævende post-consumed-plastaffald – og dermed bidrage til at Danmark kan nå de af EU formulerede genanvendelsesmål.

Brug af post-consumed regranulat har flere udfordringer, fx:

- dokumentation for fravær af uønskede indholdsstoffer. Det er især et krav ift. fødevareemballage og pharma-emballage
- post-consumed genanvendt plastics lavere smelteindeks (Melting Flow Index – MFI). Ved blæsestøbning af tyndvæggede emballager er MFI for virgin plast typisk MFI 4-6. Med post-consumed plast kan det være nede på MFI 0,5-1. Det betyder at platen er mere tykflydende ved smeltning. Det skal der kompenseres for med bl.a. højere smeltetemperaturer og tryk
- På grund af MFI ses post consumed plast sjældent anvendt i tyndvæggede plastemner, men primært i grove plastprodukter som f.eks. rør etc.
- begrænsninger i forhold til farver og tilsætning af additiver
- behov for sporbarhed tilbage til råvarebatch er et krav ved de fleste certificeringer
- En stor del af de indgående ressourcer, der findes i det færdige plastprodukt, kan rent teknisk materialelegvindes, men udfordringen er at udvikle stabile kvaliteter med et plastaffald-input, der har variationer i plast sammensætning og kontaminerende emner

Disse udfordringer betyder blandt andet, at post-consumed regranulat sjældent bruges i mere tyndvæggede plastemner, men primært som fyldmateriale og tilsætning i grove plastprodukter som f.eks. rør, kompositter etc.

Projektet vil demonstrere, at det er muligt at udvikle post-consumed regranulat til produktion af tyndvæggede plastemner i høj kvalitet og samtidig have en produktion, som er ligeså kosteffektiv som ved anvendelse af virgin plast.

Projektets sigte var at gøre det muligt at tilbyde nye typer produkter til plastmarkedet med en markant bedre miljøprofil og en story-telling, som markedet efterspørger. Projektet forventes at bidrage til en øget brug af post consumed plast i plastindustrien.

Projektets konkrete formål var at:

- Udvikle og teste en polyethylen og polypropylen råvare af post-consumed affaldsplast, som er optimeret til produktion af tyndvæggede plastemner og opfylder standardkrav til produktionshastighed, ensartethed og præcision ift. nominal vægt
- Fremstille 3-5 prototyper af tyndvæggede plastemner i post-consumed plast

Emballagerne skal være konkurrencedygtige på pris og kan opfylde de gældende sporbarhedskrav og kvalitetsstandarder.

Projektets vil demonstrere, at det er muligt at løse de tekniske og økonomiske barrierer for kommerciel produktion i post-consumed regranulat.

Der er ikke nogen i markedet i dag, som producerer tyndvæggede plastemballager, som er fremstillet af 100% post-consumed genanvendt plast. Det er der primært tre årsager til:

- der mangler post-consumed genanvendt plast, som opfylder krav til sporbarhed i en dokumenteret ensartet kvalitet og i en volumen, som sikrer en stabil forsyning til markedet
- der mangler testdata og dokumentation for de optimale proces tekniske tilpasninger i forhold til temperaturer, tryk, flow og nedkøling ved støbning med post-consumed regranulat, som har lavere MFI end virgin plast
- der mangler dokumentation af, at business casen for plastproducenter er konkurrencedygtig

1.2 Sammenfatning af projektets aktiviteter

Arbejdspakker

Projektet omfattede 4 arbejdspakker:

- Arbejdspakke 1: Udvikling af testpellets i post-consumed plast
- Arbejdspakke 2: Test og produktion af prototyper
- Arbejdspakke 3: Cirkulær forretningsmodel, LCA
- Arbejdspakke 4: Formidling, projektledelse og rapportering

Arbejdspakkernes indhold og resume af resultater er uddybet nedenfor.

Arbejdspakke 1: Udvikling af testpellets i post-consumed plast

I denne arbejdspakke blev der udviklet testprogram og initial testet compounds og rene OceanIX pellets i post-consumed plast, som skulle bruges til produktion af prototyper i støbeplast og til blæsestøbning. Råvaren blev fremstillet af upcycled HDPE fra henholdsvis trawl og reb samt HDPP fra blomsternet fra gartnerier.

Arbejdspakken omfattede udvikling og modificering af pellets så råvarens MFI (melting flow indeks) tilpasses de produktionstekniske behov i plastproduktion for henholdsvis blæsestøbning af beholdere og formstøbning af større kasse emner i støbeplast. Endvidere omfattede arbejdspakken migrationstest og kemisk screening der dokumenterer, at plasten ikke har uønsket stoffer eller migration af uønskede stoffer.

Resultatet af denne arbejdspakke er fremstillet pellets i ren HDPE og HDPP fra post-consumed affaldsplast samt forskellige compounds med blandinger af ren affaldsplast og virgin plast. De konkrete pellets er dokumenteret i forhold til RoHS indholdsstoffer og overholdelse af standard for migration.

Projektets ambition om at producere råvare pellets til brug i fødevareemballage med direkte fødevarekontakt blev opgivet relativ tidligt i projektet. Det skyldes, at det blev klart at som de

nuværende regler er, vil det ikke være muligt at bruge post-consumed genanvendt plast på grund af de gældende krav til sporbarhed tilbage til kilde. Derfor ville der ikke kunne produceres prototyper, som markedet kunne acceptere.

Arbejdspakke 2: Test og produktion af prototyper

I denne arbejdspakke blev der fremstillet og testet prototyper af formstøbte plastemner konstrueret i forskellige varianter af compounds og ren post-consumed plast med henblik på at analysere de funktionelle, visuelle, miljømæssige, produktionstekniske og økonomiske aspekter.

Prototyperne i støbeplast blev fremstillet i eksisterende forme. Der blev i testperioden produceret prototyper i 3 forskellige støbeplast forme – en mælkekasse, en ølkasse, en brødkasse – for at afdække funktionaliteten mv. ved plaststøbning i Oceanix. I forhold til blæsestøbning blev der testet i to forskellige forme – en 1 liters flaske med standard dimensioner og en 250 ml. beholder med mere krævende design og detaljer. Der blev testet med blandinger fra 20-100% HDPE Oceanix til kasserne og 100% HDPE til beholderne.

Resultatet af arbejdspakken blev fremstilling af en række repræsentative prototyper i post-consumed plast (OceanIX) i 5 forskellige formværktøjer – 3 i støbeplast og 2 i blæsestøbning.

I forhold til kasse-prototyperne som repræsenterede større tyndvæggede emner på 2-3 mm i støbeplast, kunne der produceres med op til 80% Oceanix men skal alle funktionelle, visuelle, produktionstekniske vilkår være opfyldt, er den optimale opblending 45-60% HDPE OceanIX og 40-55% virgin plast.

I forhold til blæsestøbning, kunne begge prototyper succesfuldt fremstilles i 100% HDPE OceanIX.

Arbejdspakke 3: Cirkulær forretningsmodel og LCA screeninger

I denne arbejdspakke arbejdede man med cirkulær forretningsmodel som kasse prototyper potentielt kan markedsføres med. Det centrale i modellen er at give kunden et dokumenteret bæredygtigt produkt med muligheder for take-back ordninger, så forbrug af plast begrænses. Take-back løsninger ift. prototyperne i blæseplast er derimod ikke realiserbar, da beholderne vil indeholde rester af væsker og er vanskelige at indsamle fra slutkunder. Her er det primært dokumentation af miljøkvaliteterne, som er centralt. I arbejdspakken er der udført forskellige LCA screeninger til at simulere miljøeffekterne ved en cirkulær løsning.

Resultatet af arbejdspakken er en dialog med 2 potentielle kunder om en cirkulær kasse-løsning i post-consumed genanvendt plast som erstatning for nuværende løsninger i hhv. virgin plast og pap. Den ene er aktør i detailhandlen, den anden er aktør i fødevarerindustrien. Blæseplast testen har efterfølgende ført til en bindende ordre med en dagligvarekæde.

Arbejdspakke 4: Formidling, projektledelse og rapportering

Arbejdspakke 4 omhandlede projektledelse og diverse formidlingsaktiviteter om projektets delresultater og slutresultater. De væsentligste formidlingsaktiviteter var udstilling af showcasen OCEANbox med prototyper og dokumentation på Plastic Changes temaudstilling i Industriens hus (DI) og vandrestillinger samt produktion af en 4 minutter lang video om OCEANbox til oplysningsbrug og deling på YouTube hvor samt i diverse sociale medieplatforme som Plastic Change benyttes.

2. Sammenfatning

2.1 Konklusion

Den overordnede konklusion er, at det er lykkedes at fremstille råvare pellets og producere støbte prototyper i upcycled post consumed plastaffald i kvaliteter, der opfylder markedskrav til kvalitet, styrke og produktionsteknik.

Der blev i projektet fremstillet prototyper i 3 forskellige forme til kasser i støbeplast og 2 forskellige forme til flasker i blæsestøbt plast.

Det er muligt at producere større plastapplikationer i støbeplast med 45% og i nogle tilfælde op til 60% HDPE OceanIX uden at det går ud over pris, produktion og kvalitet.

Det er muligt at producere plastflasker i blæseplast med 100% HDPE OceanIX uden at det går ud over pris, produktion og kvalitet.

Det er muligt at producere større plastapplikationer i støbeplast med 100% HDPP OceanIX uden at det går ud over pris, produktion og kvalitet.

Ud over ressourceeffektiv udnyttelse af plastaffald, demonstrere de producerede prototyper en betydelig CO₂ besparelse ved sammenligning med tilsvarende applikationer i virgin plast. CO₂ besparelser opnås fordi det beregnede carbon footprint for OceanIX pellets er lavere end carbon footprint for virgin plastpellets.

2.2 Udvikling af OceanIX råvarer

Der blev udviklet og testet en række compounds til brug i test. Disse compounds var kombinationer af OceanIX og virgin plast med standard melting flow index (MFI) eller særlig høj MFI. Der blev også arbejdet med forskellige additiver til at kompensere for OceanIX lave MFI.

Det centrale tekniske fokus var er at finde den optimale balance mellem maksimalt input af post-consumed plastaffald og de produktionstekniske begrænsninger ved støbning i materiale med lavere MFI. Alle de producerede råvare er testet og reproducerbare i ensartet kvaliteter for stor skala produktion.

Råvarerne er konsolideret med kravspecifikationer¹, migrationstest, test for RoHS indholdsstoffer og produktdatablade.

De producerede testråvarer er testet for RoHS indholdsstoffer og indeholder ikke RoHS stoffer fra RoHS Direktivet². Der er ikke foretaget test af andre indholdsstoffer men generelt er HDPE og HDPP afvisende overfor optag af stoffer og bruges af denne grund også som de primære plasttyper til emballering af kemikalier. Plastix vaskeanlæg forventes også at vaske evt. kontaminanter væk fra plasten inden ekstrudering.

Der er foretaget migrationstest i form af total migration for fødevareemballage, og test overholder krav.

¹ Plastix er ISO 9000 og 14000 certificeret og har kravspecifikationer til alle varianter af rOceanIX produkter.

² Tungmetallerne Bly, kviksølv, Cadmium, Crom VI, samt brommerede flammehæmmer PBB, PBDE

European Food Safety Authority's anbefalinger til safety evaluation og krav til sporbarhed er kritisk for brug af post-consumed affaldsplast til fødevarekontakt. Projektet kunne ikke finde en løsningsmodel, der kan dokumentere sporbarhed tilbage til kilden for de brugte trawl og net, som OceanIX produceres af. Ambitionen om prototyper til direkte fødevarekontakt måtte derfor indstilles.

2.3 Test af støbeplast prototyper

Den helt centrale konklusion som kan udledes fra testproduktion i støbeplast med diverse kombinationer er, at der kan produceres på niveau med virgin råvare med iblandinger af OceanIX HDPE op til 35%. Her er ingen forskel i fuldstøbning eller mere markante indløbsskjolder ved dyserne. Ved blandinger med 55% Sabic (virgin plast) og 45% OceanIX HDPE begynder man at kunne observere mere markante indløbsskjolder og antydninger af mindre ufuldstøbning. Det er således neutralt i forhold til kvalitet og produktionsteknisk at anvende HDPE OceanIX i blandinger op til 45%. Ved blandinger på 45% HDPE OceanIX eller mere, kræver det produktionstekniske kompensationer eller ændringer i form-værktøjer, hvor der er taget højde for den lavere MFI. Op til 60% OceanIX er dog relativ uproblematisk.

2.4 Test af blæseplast prototyper

Ved sammenligning mellem testemner og kontroleemner ses ingen forskelle i dimensioner. Der kan ses en forskel i udseende, da testemnerne er mere blanke. Den blanke overflade skyldes til dels den højere temperatur, som generelt giver mere blank overflade, men er også en egenskab ved materialet.

Anvendelsen af kerne/dyse sæt med større spalte åbning er nødvendig for at få nok materiale ud i slangen, da den ellers vil blive for tynd og flaskens vægt for lav. Der er ikke noget specielt i at der skal anvendes et andet kerne/dyse sæt end ved den råvare der normalt bruges, da der er forskel i flowrate og densitet også mellem forskellig virgin råvarer. Der har ikke været nogen forskel i cyklistid.

Ved produktion af 250 ml. flaske var der behov for at ændre klippemekanismen så den klemte emner af i stedet for klip. Denne modificering havde ingen negativ effekt på gennemløbstiden.

Flasken i testmaterialet føles blødere og mere smidig end virgin materialet. Det synes som om testmaterialet er mere smidigt og sejt, og dermed har større resistens mod at revne.

Den væsentligste forskel i fremstilling af emner i OceanIX sammenholdt med virgin materialer fra Sabic B5823 er, den lidt højere produktionstemperatur samt at for at fremstille emner i samme vægt som kontroleemnerne, er det nødvendigt at anvende kerner med mindre diameter, så der fremkommer en større spalteåbning ved ekstruderen.

2.5 Miljøvurdering og cirkulære modeller

Der er foretaget LCA screening af OceanIX (affaldshåndtering af udtjente fiskenet, produktion af pellets, produktion af prototype), som derefter er sammenlignet med tilsvarende virgin plast.

I forhold til klimebelastning er den overordnede konklusion, at prototyperne har et betydeligt positivt bidrag til CO₂ reduktion og at det er muligt at eksekvere skalerbare kommercielle cirkulære løsninger baseret på post-consumed affaldsplast, til fremstilling af nye kundespecifikke plastapplikationer.

I forhold til ressourceudnyttelsen (mængde virgin plast som erstattes med genanvendt affaldsplast) svarer den til Plastix produktion, som i 2019 var ca. 3.000 tons OceanIX. I 2020 forventes den at blive minimum 5.000 tons HDPE og HDPP. Denne mængde var oprindeligt deponeret affald, som via Plastix er konverteret til en ny råvare.

Fra et CO₂ perspektiv er 1 kg. HDPE OceanIX mere end 5 gange bedre end 1 kg. virgin HDPE. Carbon footprint for 1 kg. ren HDPE OceanIX er 0,389 kg. CO₂. Carbon footprint for 1 kg. virgin HDPE er 2,27 kg. CO₂³. Disse data er beregningsresultat af LCA screening fra vugge til port, dvs. indsamling af affaldsnet, transport til Plastix, Plastix produktion og fremstilling af OceanIX til lager.

Der er produceret prototyper i 3 forskellige støbeplast forme med forskellige kombinationer af OceanIX og virgin. For alle forme gælder, at der kan produceres med blandinger på til 60% OceanIX og 40% virgin plast uden relevant effekt på produktkvalitet og produktion (energiforbrug og fejl). En OCEANbox prototype i 60% OceanIX og 40% virgin, har et beregnet carbon footprint på 4,89 kg. Sammenlignet med en referencekasse produceret i 100% virgin HDPE, reducerer OCEANbox med 60% OceanIX carbon footprint med ca. 32%. For hver 10% vægtindhold som OceanIX kan øges, reduceres det samlede carbon footprint med ca. 6%.

OceanIX prototypen produceret i 60% Oceanix og i 40% genanvendt plast fra Schoeller Plast kværn af affaldsplast fra kunder giver det laveste samlede carbon footprint. I denne version er carbon footprint 3,53 kg. per OCEANbox, hvilket svarer til en reduktion på 51% i forhold til en kasse i ren virgin plast.

Der er produceret 2 forskellige prototyper i blæsestøbt plast. Begge prototyper har været mulig at producere i 100% OceanIX HDPE uden at det har påvirket energiforbrug, kvalitet og spild.

Miljøeffekten ved at substituere 100% med OceanIX er i forhold til carbon footprint en reduktion på ca. 52% i forhold til emner produceret i virgin plast (0,44 kg CO₂ per flaske i OceanIX i forhold til 0,92 kg. CO₂ per flaske produceret i virgin HDPE).

Med fundament i en cirkulær råvare har projektet vurderet forskellige cirkulære modeller. De cirkulære modeller har alle været baseret på et princip, hvor kunder til Schoeller Plast anvender kasser til forskellige transportformål, genbruger kasserne til de er udtjente, og derefter returnerer kasserne til Schoeller Plast for kværn og genanvendelse i ny kasseproduktion.

Den cirkulære model foreslår single use papkasse erstattet med plastkasse, som kan genbruges mindst 75 gange. Initialinvesteringen er højere for kunden, da plastkasser er dyrere end papkasser. Til gengæld kan de genbruges mange gange og initialinvesteringen vil derfor tjene sig hjem på sigt.

Når plastkassen er genbrugt 10 gange er der break even for kostpris for emballage. Derefter er det alene vedligeholdelsesudgifter til vask af kasser i relevant omfang. Når plastkassen er genbrugt 5 gange er der break even på CO₂ aftrykket.

2.6 Kundefeedback på prototyper

Projektet er brugt til at få verificeret kundeinteressen for prototyperne, som kan understøtte cirkulære indsatser hos kunder. Projektet har derfor gennemført en selektiv kundeundersøgelse for at få feedback på de udviklede prototyper og de potentielle cirkulære koncepter de kan indgå i. Ud over Arla, har projektet været i dialog med:

³ Dataudtræk fra LCA værktøjet SimaPro for EU gennemsnit for produktion af 1 kg. LDPE

- En fødevareproducent om et take-back system for transportemballage i genanvendt plast som erstatning for papemballage
- En brødproducent vedr. brødkasser fremstillet i OceanIX
- En dagligvarekæde vedr. plastflasker i OceanIX

De forskellige potentielle kunder er i udgangspunkt interesseret i løsninger baseret på genanvendt plast i OceanIX, såfremt kostpris er tilsvarende produkter i virgin materiale. Der er således ikke i projektet noteret en ekstra betalingsvillighed for produkter, som kan dokumentere lavere carbon footprint og ressourceeffektivitet.

For en af de cirkulære modeller er businesscasen rentabel på relativ kort tid, da oplægget er baseret på at erstatte genanvendt papemballage (single-use) med genanvendt plast emballage. Tipping point for CO₂ regnskabet til fordel for genanvendt plast emballagen sker efter 9 gange, og business-casen (den totale kostpris for emballage) vender til fordel for genanvendt plast emballagen efter 8-10 gange. Derefter vil der kun være beskedne driftsomkostninger til vask og transport indtil genbrugskassen skal kasseres til recycling efter X gange. Den forventede holdbarhed på plastkassen er mindst 75 gange.

Med brødkasser, var det problemet at OceanIX kasserne var for bløde i de testede prototyper. Funktionalitet var således ikke på niveau med en kasse i virgin plast, og betalingsvillighed er dermed irrelevant. Var de tekniske forhold tilsvarende, ville kunden være interesseret i at købe produktet.

Der blev i projektet konstateret et umiddelbart marked for emner i blæsestøbt OceanIX. I forlængelse af testproduktionerne, er der indgået en bindende ordre med et detailkæde om en emballage i 100% OceanIX.

3. Testforløb

Tilrettelæggelse af testforløbet er beskrevet i det følgende.

Plastix var ansvarlig for at tilpasse og levere råvare og føre protokol med parametre relateret til testmateriale samt rådgive og supportere støbetestene in-situ.

Schoeller Plast var ansvarlig for at producere formstøbte testemner i post consumed HDPE og føre protokol med parametre relateret til testproduktion.

J. Myhre var ansvarlig for at producere blæsestøbte testemner i post consumed HDPE og føre protokol med parametre relateret til testproduktion.

3.1 Udvikling af råvarer i post-consumed plast

Der blev udviklet og testet en række compounds til brug i test. Disse compounds var kombinationer af OceanIX og virgin plast med standard melting flow index (MFI) eller særlig høj MFI. Der blev også arbejdet med forskellige additiver til at kompensere for OceanIX lave MFI. Testprodukterne blev udviklet ud fra Plastix eksisterende produkt Oceanix baseret på affaldstraw, reb og net fra fiskeriet.

Det centrale tekniske fokus var er at finde den optimale balance mellem maksimalt input af post-consumed plastaffald og de produktionstekniske begrænsninger ved støbning i materiale med lavere MFI. Alle de producere råvare er testet og reproducerbare i ensartet kvaliteter for stor skala produktion.

Råvarerne er konsolideret med kravspecifikationer, migrationstest, test for indholdsstoffer og produktdatablade.

3.1.1 Plast til direkte fødevarekontakt

Projektet ambition om at lave prototyper til direkte fødevarekontakt blev opgivet relativ hurtigt i projektføreløbet. Efter en nærmere granskning af de gældende regler for at kunne anvende genanvendt plast til fødevarer, var det ikke muligt at finde en løsning på sporbarheds-problematikken. Følgende regler gælder for genanvendt plast i nye produkter:

- Forordning 282/2008 der gælder for genanvendt plast
- Derudover skal RoHS regulativet opfyldes, da den omhandler dokumentation af (ingen) indhold af Pb, Hg, Cd, Br og hexavalent Cr

Specielt i forhold til fødevare skal nedenstående regler endvidere være opfyldt:

- European Food Safety Authority (EFSA) opinion om en ansøgning om autorisation i henhold til 282/2008, som beskriver hvilet krav og undersøgelser, der skal foretages for at få en godkendelse til fødevarekontakt
- EC 1935/2004 Food Contact Materials. Denne er en rammeforordning, der omhandler alle materialer i kontakt med fødevarer
- Kommissionens Forordning 10/2011 med ændringer EU 2017/752 om plastmaterialer og – genstande i kontakt med fødevarer". Forordning 10/2011 siger, at der kun må være en vis mængde migration fra plast til fødevarer, både med hensyn til totalmigration og med hensyn til enkeltstofmigration
- Endelig er der de anbefalinger som stilles af EFSA, bl.a. Scientific Opinion on the criteria to be used for safety evaluation of a mechanical recycling process to produce recycled PET intended to be used for manufacture of materials and articles in contact with food. EFSA's krav til PET ses som reference for alle øvrige plasttyper

De producerede testråvarer er testet for RoHS indholdsstoffer og indeholder ikke RoHS stoffer. Det er således uproblematisk at overholde vilkår til dokumentation for RoHS stoffer.

Kommissionens forordning 10/2011 vurderes også at kunne opfyldes uden problemer da de gennemførte test for totalmigration overholder krav til migration af stoffer. Der er en usikkerhed i relation til om testråvarerne kan være kontamineret med andre stoffer end dem som der er målt på. Da der er tale om affaldsprodukter, som omdannes til ny råvarer, kan det ikke udelukkes at materialet i løbet af affaldsfasen, har været i kontakt med stoffer som kan kontaminere lokalt. Dog er HDPE og HDPP som udgangspunkt meget afvisende overfor stoffer og bruges af samme grund til emballering af kemikalier. Endvidere bliver materialet vasket og skyllet på fiber-niveau inden ekstrudering til nye pellets.

EFSA's anbefalinger til safety evaluation og krav til sporbarhed er kritisk for brug af post-consumed affaldsplast til fødevarekontakt. Projektet kunne ikke finde en løsningsmodel, der kan dokumentere sporbarhed tilbage til kilden for de brugte trawl og net, som OceanIX produceres af. Ambitionen om prototyper til direkte fødevarekontakt måtte derfor indstilles.

3.2 Valg af test-forme til prototyper

Der er udvalgt testforme ud fra krav til udseende, funktion, størrelse, æstetik.

Der er støbt et aneligt antal emner i det endeligt valgte materiale, så der er sikkerhed for re-producerbarhed. Emnerne støbes i eksisterende formværktøjer.

Der foretages prøvestøbning, med jomfrueligt samt med det recycled post-consumed plastmateriale til sammenligning.

Der er anvendt eksisterende forme for sprøjtestøbetest af kasser og blæsestøbning af beholdere. Projektets grundlæggende krav til emballagerne var følgende:

1. Skal kunne produceres i post consumed plast pellets
2. Skal kunne indeholde fødevarer (dog ikke direkte kontakt)
3. Emballagen skal være tyndvægget
4. Skal ikke tilsættes farve – det betinges af råvaren
5. Skal opfylde samme krav til styrke og holdbarhed som tilsvarende produkt i virgin plast
6. Skal indeholde design detaljer, som kan udfordre støbningen, f.eks. gittermønstre etc.

3.2.1 Valg af emner til test til sprøjtestøbning

På baggrund af de indledende kriterier til testforme blev der udvalgt følgende formværktøjer til testproduktion i støbeplast:

- Kasse DK 52 (400mm x 300 mm x 268mm, 3mm tyk, 5 indblæsningspunkter, vægt: 1,9 kg)
- Ølkasse DK 168 (422mm x 356 mm x 257mm, 3,5mm tyk, vægt 1,95 kg)
- Brødkasse DK 173 (606 x 406 x 137,5mm, 3mm tyk, 1,9 kg)

Alle valgte emballager er værktøjer som Schoeller Plast har anvendt til kundespecifikke produktioner i virgin plast. Værktøjerne havde almindelig slidtages og er fundet egnet til formålet da de repræsenterer forskellige typer af store kasser i tyndvæggede konstruktioner med og uden gitter detaljer. Store forme, gitterkonstruktioner og detaljer i designs, er det som kan blive udfordret når MFI i plast råvaren bliver lav. Formvalget giver derfor forventning om, at alle aspekter ift. udfyldning og kvalitet afdækkes.

3.2.2 Valg af emner til test til blæsestøbning

I forhold til blæsestøbning, blev der valgt følgende formværktøjer:

- 1 liters standardbeholder, 20-25 g plast og en vægtykkelse på omkring 1 mm.
- 250 ml. beholder i specialdesign

De valgte beholdere er værktøjer som J. Myhre har udviklet og anvendt i produktioner med virgin plast. Skruelåg produceres separat af en ekstern leverandør og er ikke omfattet af testen.

Valg af 1 liters standardbeholder skal afdække om udfyldning udfordres og vægtykkelser bliver for ujævn og evt. giver problemer ift. tryktest. Valg af 250 ml. beholder i specialdesign skal teste udfyldning i et værktøj med kanter og indfald.

3.3 Testprogram

Der er testet på OceanIX rHDPE blue til sprøjtetøbning og OceanIX rHDPE green til blæsestøbning.

Formålet med test er at se, hvor langt man kan komme ift. at bruge recycled post consumed plastpellets fra Plastix.

Det er ikke fundet relevant at teste HDPP da Plastix i løbet af projektperioden havde et parallelt samarbejde med kunder, som fik demonstreret at det er muligt at støbe i 100% post consumed HDPP på forskellige applikationer i møbelbranchen. Disse kunder producerer i dag have-møbler og stolesæder i rHDPP Oceanix på kommercielle vilkår⁴.

Det er mere udfordrende at teste med blæsestøbning i HDPE. Kan det lykkedes, vil det også være muligt i HDPP.

3.3.1 Justeringsmuligheder i test

Justeringsmuligheder, der kan skrues på og som skal monitoreres i forbindelse med test er:

Plastix

- sammensætning mellem Oceanix/virgin
- tilsætning af additiver til de forskellige kombinationer

Schoeller Plast

- temperatur til smeltning
- indsprøjtningstryk
- eftertryk
- nedkøling

Test organiseres så der også laves en kørsel med virgin, som data kan holdes op imod.

J. Myhre

- temperatur til smeltning
- indsprøjtningstryk

3.4 Testparametre

Parametre der skal måles og føres til protokol i en test-log er:

Plastix

- smelteindeks på testmateriale
- indholdsdeklaration i øvrigt (additiver, renhed etc.)
- stikprøver af homogenitet i batch
- muligheder for sporbarhed tilbage til batch niveau
- produktionsomkostninger – re-kompounding

⁴ <https://www.scancom.net/products/duraocan>, <https://www.flokk.com/global>, <https://materdesign.dk/products/ocean-chair-black>

- effektiviserings- og stordriftspotentialer ved stor-skala re-kompounding

Schoeller Plast

- produktionstid – gennemløbstid (sek.)
- temperatur (celcius)
- indblæsningstryk (bar)
- eftertryk (bar)
- produktfejl (antal fejl pr. x producerede enheder + nuancering af fejlttype)
- produktkvalitet (visuelt, finish)
- styrke og holdbarhed (pressetest)
- operatørtid (sek.)

J. Myhre

- cyklostid
- afviste emner
- årsag til afvisning
- råvareforbrug pr. enhed ift. norm
- observationer på ud flydning i gevind mv.
- test af styrke og holdbarhed, herunder vurdering af om Oceanix materialet er mere sprødt ved test på fald med væske sammenlignet med virgin
- er der klumper eller fremmedlegemer i batch, som kan give udfordringer. Har p.t. testet på 100 kg. i 1 l form

4. Sprøjttestøbning i OceanIX rHDPE hos Schoeller Plast

4.1 Tilrettelæggelse af test i støbeplast

Før test blev igangsat blev det endelige testprogram og vurderingsparametre besluttet og godkendt i projektgruppen.

Strategi ved test og optimering er, at der kun skal ændres på et parameter ad gangen således at årsag/virkning kan spores tilbage og isoleres.

Testen blev gennemført på en 1.000 tons Battenfeld sprøjttestøbemaskine med for-mixer monteret.

For-mixeren har den fordel at Schoeller Plast derved kan opblende 2 materialer (eller compounds) på deres sprøjttestøbemaskine, hvorved der også er mulighed for at testen kan arbejde med blandinger bestående af Oceanix og virgin plast i ønskede blandingsforhold. Dette er et billigere alternativ til compounds, som er blandet på forhånd af Plastix og derfor en vigtig metode for at kunne producere til konkurrencedygtige priser.

Det er kendt, at den helt centrale udfordring ved plaststøbning af store emner er den lave MFI for OceanIX rHDPE på MFI 1,5 til forskel for en typisk virgin HDPE MFI på 8. Det er derfor forudsigteligt at det kan give problemer i forhold til udfyldning af formene ved støbning. Det blev derfor besluttet at Plastix producerede nogle compounds i blandinger af recycled/virgin plast, for at få erfaringer med plastens egenskaber ved forskellig MFI.

4.1.1 Plastix råvarer og compounds til test

Der er i projektet produceret en række compounds og blandinger til at afdække forskellige funktionalitet i prototyperne – dels ift. MFI, men også ift. pris og styrke. De udviklede og anvendte compounds er følgende:

1. 100% OceanIX rHDPE 0507
2. compound C (50% OceanIX + 50% HDPE MFI 30)
3. compound D (30% OceanIX + 70% HDPE MFI 30)
4. 90% standard HDPE (MFI ca. 8) + 10% OceanIX rHDPE 0507
5. 75% standard HDPE (MFI ca. 8) + 25% OceanIX rHDPE 0507
6. 50% regranuleret standard Plast HDPE (MFI ca. 8) + 50% OceanIX rHDPE 0507
7. 50% Ren OceanIX rHDPE 0507 + 50% Kompound D (30% OceanIX + 70% HDPE MFI 30)
8. 50% Ren OceanIX rHDPE 0507 + 50% Kompound C (50% OceanIX + 50% HDPE MFI 30)
9. 65% Ren OceanIX rHDPE 0507 + 35% HDPE MFI 30
10. 50% Ren OceanIX rHDPE 0507 + 25% HDPE MFI 30 + 25% regranuleret standard HDPE (MFI ca. 8)
11. 10% Vistamaxx 8880 + 90% OceanIX rHDPE 0507. Vistamaxx 8880 er en meget let-flydende PE/PP copolymer
12. 80% HDPE MFI 30 + 20% OceanIX rHDPE 0507
13. 10% Vistamaxx 8880 + 60% HDPE MFI 30 + 30% OceanIX rHDPE 0507
14. 10% Vistamaxx 8880 + 60% LLDPE MFI 55 + 30% OceanIX rHDPE 0507. Her er idéen at se om det er muligt at øge MFI ved at bruge højere MFI LLDPE – men uden at forringe materialeegenskaberne for meget
15. 40% Omyalene 102 + 60% OceanIX rHDPE 0507. Omyalene 102 er ca. 85% overfladebehandlet kridt i en PE. Formålet er at vi vil kunne lave stivere emner, hvis der skulle være behov for det

4.1.2 Kommercielle og produktionstekniske vilkår

Det er tre forhold som slutkunder ønsker af kasser fremstillet i Plastix materiale:

1. Prisen skal være så lav som muligt
2. Indholdet af OceanIX skal være så højt som muligt
3. Kasserne skal leve op til gældende krav: Stabilitet, levetid, styrke osv.

Herudover har plastproducenter, som skal arbejde med materialet også nogle behov, herunder:

1. Materialet skal være egnet til at kunne sprøjttestøbes (til kasser), dvs. på grundlag af tilpasset maskinindstillinger, skal MFI være høj nok til at emnet kan udfyldes til ønsket kvalitet
2. Materialet skal være stabilt i forhold til:
 - a) at de leverede Plastix komponent materialer i post consumed plast er ensartet i kvalitet
 - b) opblandingen mellem komponenter (såfremt der er mere end én komponent) skal være skal give en ensartet støbematrice

I testforløbet skulle der balanceres mellem disse behov for at der på sigt kan leveres produkter i kommerciel skala. Sigtelinjerne blev defineret som følgende:

- Der skal laves kasser af materiale, der indeholder mindst 75% OceanIX rHDPE 0507
- Vi skal finde materialekombinationer, der ikke overstiger 12,50kr/kg råvare
- Vi skal teste prisneutrale materialekombinationer
- Der skal testes på kombinationer på materialeniveau
- Der skal testes på kvaliteter på produktniveau

4.1.3 Initial støbetest

Til initial test udviklede og leverede Plastix følgende råvarer:

- OceanIX rHDPE 0507
- Sabic HDPE MFI 30 (virgin med særlig høj MFI)
- Kompound C 50/50 OceanIX og Sabic HDPE MFI 30 – MFI ca. 3,5
- Kompound D 30/70 OceanIX og Sabic HDPE MFI 30 – MFI ca. 7,5
- HDPE MFI 8 (standard virgin)

Testforløbet blev opstartet med en provokationstest i 100% OceanIX rHDPE. Materialet satte sig konsekvent inden formværktøj blev udfyldt og kasse skubbet ud. Når materiale ikke udfylder formen skal værktøjet åbnes, emne fjernes og indsprøjtningssdyser renses for ophædet plast materiale. Det lykkedes ikke at lave en prototype i testperioden over 6 timer, hvor der blev arbejdet med indstillingsparametre på temperatur, tryk og eftertryk. Derefter blev test med 100% rHDPE OceanIX indstillet.

Initial støbetest af prototyper i kasseform blev produceret i følgende blandinger:

- Kompound C (50% OceanIX + 50% HDPE MFI 30)
- 90% standard HDPE (MFI ca. 8) + 10% OceanIX rHDPE 0507
- 75% standard HDPE (MFI ca. 8) + 25% OceanIX rHDPE 0507
- 50% regranuleret standard Plast HDPE (MFI ca. 8) + 50% OceanIX rHDPE 0507
- 50% Ren OceanIX rHDPE 0507 + 50% Kompound D (30% OceanIX + 70% HDPE MFI 30)
- 50% Ren OceanIX rHDPE 0507 + 50% Kompound C (50% OceanIX + 50% HDPE MFI 30)
- 65% Ren OceanIX rHDPE 0507 + 35% HDPE MFI 30
- 50% Ren OceanIX rHDPE 0507 + 25% HDPE MFI 30 + 25% regranuleret standard HDPE (MFI ca. 8)

Der vurderes ikke at være grund til at teste compound D i ren form, da den efter al sandsynlighed vil køre lettere.

Formålet med disse blandinger er, at undersøge "billige" materialeløsninger til kasser. OceanIX rHDPE 0507 har en pris på 10,50 kr./kg, hvilket er (+/-) samme pris som virgin HDPE, så hvis disse blandinger kan køre hos Schoeller Plast, er de jo i princippet prisneutrale.

4.1.4 Testresultat - produktionsteknisk

Test blev gennemført på et standardkasse værktøj med søjler og 4 indløbsdyser. Formværktøjet er konstrueret med søjler og udlagt til HDPE MFI 6-8.

Kassens karakteristika: 400 x 300 x 268 mm og 3 mm tyk.

Testen er gennemført på sprøjttestøbemaskine med Battenfeld 1.000 tons lukketryk.

Der blev testet 5 setup's med gode resultater. Der blev opnået gode resultater med blandinger direkte på maskinen med OceanIX og Sabic HDPE MFI 30.

Der er trukket produktionsdata på alle test i forhold til procestid, temperatur, sprøjtetryk, modtryk, eftertryk samt observationer ift. procestid og produkter. For at undgå at projektparterne konkurrenceudsættes på den opbyggede erfaringsbase, er disse data ikke publiceret.

Den helt centrale konklusion, som kan udledes af logdata fra testproduktion med diverse kombinationer er, at der kan produceres på niveau med virgin råvare med iblandinger af OceanIX RHDPE op til 35%. Her er ingen forskel i fuldstøbning eller mere markante indløbsskjolder ved dyserne. Ved blandinger med 55% Sabic og 45% OceanIX rHDPE begynder man at kunne observere mere markante indløbsskjolder og antydninger af mindre ufuldstøbning. Det er således ingen relevant forskel i forhold til kvalitet og produktionsteknisk at anvende rHDPE OceanIX i blandinger på op til 45%. Ved blandinger på 45% rHDPE OceanIX eller mere, kræver det produktionstekniske kompensationer eller ændringer i form-værktøjer, hvor der er taget højde for den lavere MFI.

En sammenfatning af testresultaterne fra produktion af de udførte støbeplast test af kasser er sammenfattet nedenfor:

TABEL 1. Sammenfatning af produktionstekniske testresultater fra sprøjttestøbning af kasse

Emne	Data
Aktuelt forbrug af plast til test (fordelt på recycled typer og virgin)	Ca. 3 tons HDPE
Antal kasser produceret	Ca. 1.000
Gennemløbstid pr. kasse (norm 60 sek.)	OK – ca. 3 sekunder langsommere, svarende til 5% øget produktionsstid. I fuldskala produktion vil det have en mindre negativ økonomisk effekt i situationer, hvor produktionskapacitet kan udnyttes fuldt ud
Produktionsspild fra OCEANbox test (norm 1% HDPE)	Tilsvarende som for produktion i virgin plast.
Resultat af tryktest (norm/aktuelt)	450 kg. pres i en uge. Emner mere bøjelige men retter sig op. OK - test bestået indenfor norm

Vurdering af teknisk kvalitet	OK
Vurdering af visuel kvalitet	<p>OK for 50/50 OceanIX/virgin. Ved højere blandinger bliver produkt grovere i overflade og får en mere ridset og mat struktur. Det er ikke længere identisk med overflader i virgin plast men har et andet udtryk.</p> <p>Ændret "look" er ikke nødvendigvis et problem for kunder da det netop giver et særegent produkt. Ved blandinger med 65% OceanIX går det dog for meget ud over udfyldninger af detaljer, så kasser begynder at give indtryk af fejlstøbninger</p>
Erfaringer med homogenitet i råvare	OK, De leverede post consumed råvarer (ren OceanIX og compounds) er stabile og ensartet
Dokumentation til råvare.	<p>Dokumentation OK. Der er udarbejdet produktdatablad for OceanIX HDPE, hvor MFI er oplyst og tekniske egenskaber beskrevet. Certifikat/produktdatablad er fyldestgørende</p> <p>Herudover er Plastix ISO certificeret (DS 9000 + DS14000).</p> <p>Der er behov for at udarbejde ROHS og evt. REACH certifikater</p>
Sporbarhed i råvare	Ikke behov for sporbarhed når det ikke er fødevarekontakt
Salgspris OceanIX HDPE 100%	Ca. 10,5 kr./kg
Salgspris OceanIX compounds	Ca. 14 kr./kg
Mixer til føddning/blanding af virgin/Oceanix	Mixer integreret i støbemaskiner reducerer råvarepris, da der ikke vil være behov for at købe compounds
Businesscase (produktionspris ved virgin/OceanIX)	Identisk i produktion med denne form. Det er forskel i råvare der betinger pris. Dog er gennemløbstiden reduceret ca. 5% og energiforbrug øget en smule på grund af højere tryk



BILLEDE 1. Kasse med 65% OceanIX rHDPE 0507 og 35% Sabic HDPE MFI 30 - blandet direkte på sprøjtestøbemaskinen

4.2 Testresultat - mekanisk test

Der er foretaget blandinger direkte på maskine med disponering direkte fra sæk og big bag. Der foretaget i alt 9 mix og prøvestøbninger med tilhørende emner, hvor af prototyper i 3 forskellige mix er udtaget til endelig test. Der er udført mekaniske test på følgende kasser:

- 65% OceanIX rHDPE 0507 og 35% Sabic HDPE MFI 30 - blandet direkte på sprøjtestøbemaskinen
- 50% OceanIX rHDPE 0507 og 50% Kompound D (30% OceanIX rHDPE 0507 + 70% Sabic HDPE MFI 30) - blandet på sprøjtestøbemaskinen
- Regranuleret standard HDPE (ca. MFI 8) og OceanIX rHDPE 0507 (så høj indhold af OceanIX som muligt, men hvor det stadig kører stabilt)

Kasserne har gennemgået følgende test:

- Søjle stabeltest
- Livstidskrump
- Spændingstest (Materiale)
- Søjle stabeltest – 3 emner stablet er testet med en kompression på 450 kg i 7 døgn:

Den teoretiske kompression efter 90 dage ligger vel indenfor den øvre grænse, der er specificeret for almindelig HDPE.

Observation under søjletest:

Kasserne virker ekstremt elastiske. Den nederste kasse "krøller" en del under testen, men retter sig tilnærmelsesvis op igen efter endt kompressionstest.



BILLEDE 2. Stabeltest ved 450 kg. tryk i 7 døgn. Tv: Nederste kasse bøjer lidt men retter sig op igen når tryk fjernes. Th. Virgin kasse i stabeltest ved. 450 kg. tryk

Livstidskrump

Kasserne er blevet udsat for høj varme i x antal dage, for at simulere et livstidskrump på 30 år⁵. Kasserne er målt før og efter test og målene efter test viser et simuleret livstidskrump, der ligger vel indenfor de fastsatte øvre og nedre tolerancer.

Spændingstest

Kasserne er testet i et højkoncentreret sæbebad for at påvise evt. spændinger. Efter test havde alle 3 kassetest 2 mindre ikke-gennemgående revner og de har derfor også bestået denne del af testen.

Generelle observationer

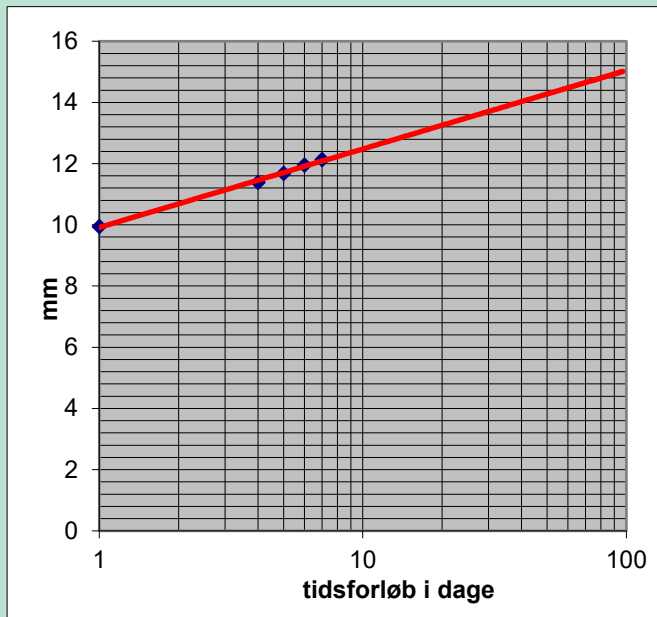
Vi har kunne sprøjtstøbe kasser inden for fastsatte mål og tolerancer og de testede mix har alle bestået de opsatte mekaniske test. Visuelt ville der skulle arbejdes noget mere med finish for at få en pæn støbt kasse.

Resultat af mekanisk test for tre testet mix fremgår er angivet i det følgende:

Test 50% Egytene HDPE MFI 8 + 50% Ocean IX rHDPE 0507

Observationer: Indløbsskjolder mere synlige.

⁵ Standardtest for livstidskrump. Den relevante tid fastsættes ud fra emnets dimensioner



FIGUR 1. Søjle stabeltest – 3 emner stablet er testet med en kompression på 450 kg i 7 døgn

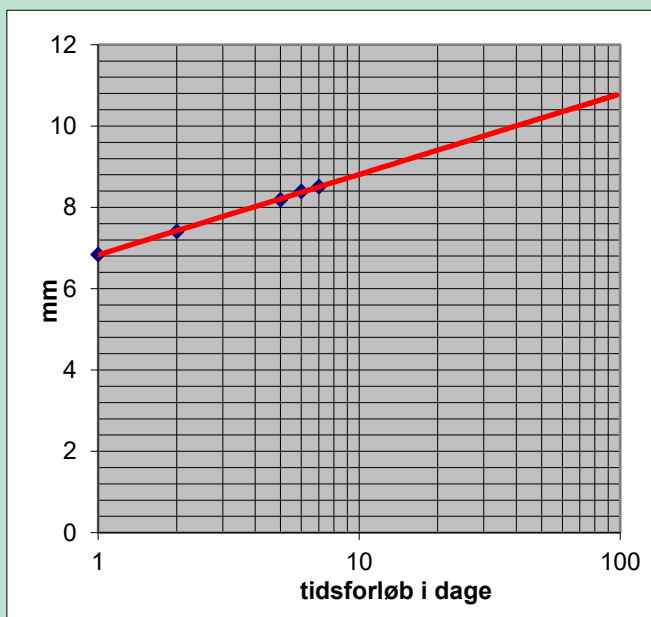
Den teoretiske kompression efter 90 dage ligger vel indenfor den øvre grænse, der er specificeret for almindelig HDPE.

Observation under søjletest

Kasserne virker ekstremt elastiske. Den nederste kasse "krøller" en del under testen, men retter sig tilnærmelsesvis op igen efter endt kompressionstest.

Test 50% ren Ocean rHDPE 0507 + 50% Kompound D

Observationer: Markante indløbskjolder, emne har mindre ufuldstøbning



FIGUR 2. Søjle stabeltest – 3 emner stablet er testet med en kompression på 450 kg i 7 døgn

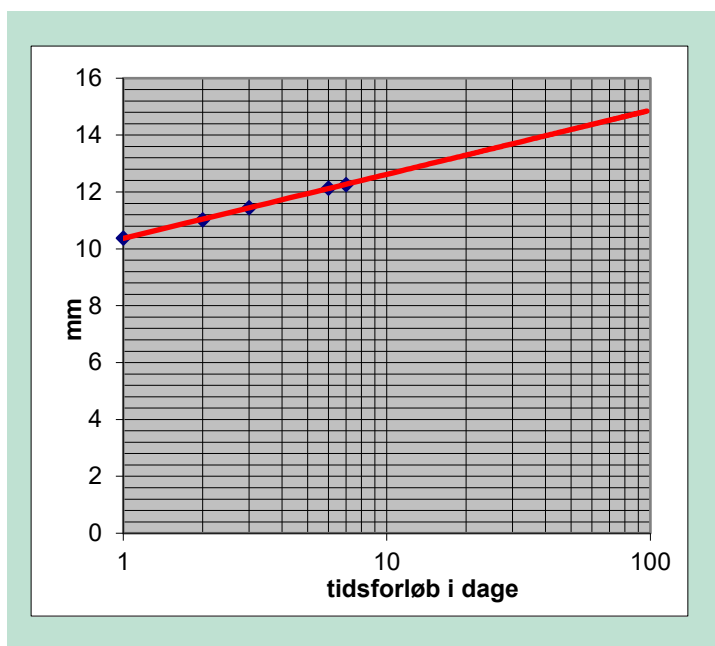
Den teoretiske kompression efter 90 dage ligger vel indenfor den øvre grænse, der er specificeret for almindelig HDPE.

Observation under søjletest

Kasserne virker ekstremt elastiske. Den nederste kasse "krøller" en del under testen, men retter sig tilnærmelsesvis op igen efter endt kompressionstest.

Test 65% ren Ocean rHDPE 0507 + 35% HDPE MFI 30

Observationer: Markante indløbsskjolder, emne har mindre ufuldstøbning som følge af luftindslutninger.



FIGUR 3. Søjle stabeltest – 3 emner stablet er testet med en kompression på 450 kg i 7 døgn

Den teoretiske kompression efter 90 dage ligger vel indenfor den øvre grænse, der er specificeret for almindelig HDPE.

Observation under søjletest:

Kasserne virker ekstremt elastiske. Den nederste kasse "krøller" en del under testen, men retter sig tilnærmelsesvis op igen efter endt kompressionstest.

4.2.1 Konklusion

I forhold til det produktionstekniske er det konklusionen at:

- Med den anvendte form umiddelbart kan komme op på 65% OceanIX HDPE i blanding med 35% Sabic HDPE MFI 30. Derefter er der begyndende tegn på dårlig flydeevner af materialet
- Schoeller Plast kunne støbe en kasse med helt op til 80% OceanIX uden drift problemer men så var der også tydelige flydemærker
- Det er formentlig muligt at lave kasser/emner med op til 80% OceanIX, men så skal formen designes derefter
- Ved at sammenblende OceanIX rHDPE 0507 og Sabic HDPE MFI 30 direkte på sprøjttestøbmaskinen betyder det at prisen for materialerne går fra 14kr/kg ved en komponent til 10,50kr/kg når det kan blandes direkte på maskinen.

I forhold til mekanisk test, er det konklusionen at:

- Alle 3 prototyper, som der er foretaget mekaniske test på opfylder normkrav til stabeltest og styrke, dog er emnerne mere bøjelige og blødere under tryk men retter sig igen når tryk fjernes
- Alle 3 prototyper, som der er foretaget mekaniske test på opfylder normkrav til livstidskrumning
- Alle 3 prototyper, som der er foretaget mekaniske test på opfylder normkrav til spændingstest
- Visuelt udtryk er tilfredsstillende, men grænse for støbning i eksisterende forme vurderes at være ved 65% OceanIX. Støbning med højere koncentrationer af Oceanix vil i kommerciel skala kræve et værktøj designet til formålet og hvor der arbejdes med antallet af indblæsningsdyser og formgivning

4.3 Test - ølkasse

I forlængelse af det store testforløb med fokus på råvare kombinationer med OceanIX og forskellige typer virgin plast, blev test videreført i forhold til andre kasse forme. Test blev tilrettelagt med udgangspunkt i at anvende et niveau af OceanIX råvare, som har vist sig driftssikker og stabil i alle forhold, og vurderes at kunne produceres på samme kommercielle vilkår som med virgin plast.

Fokus i test med ølkasse var:

- Udfordringer i forhold til udfyldning af form
- Teste egenskaber for prototyper produceret af ren post consumed plast fra OceanIX og kværn
- Teste stabilitet ved for mix med pellets og kværn granulat

Der er foretaget test med 50% OceanIX rHDPE og 50% blandet regranulat fra kværn. Denne plast er en standard HDPE med MFI 8. Materialesammensætningen er 100% post consumed affaldsplast, heraf 50% forarbejdet til pellets (OceanIX) og 50% hjemtaget direkte fra kunde og kværnet til granulat.

Til testen er anvendt ølkasseform DK 168. Testen blev udført på 1.000 tons Battenfeld sprøjtestøbemaskine. Råvarerne blev forblandet via doseringsenhed monteret direkte ved indløb til maskine.

Dimensioner på kassen: Volumen: 30 stk. 33 cl. Flasker, L: 422 mm, B: 355,5 mm, H: 258 mm, T: 3 mm, vægt: 1,95 kg.

Design består af greb i sider og 30 flaskeindsatser.

Der er foretaget blandinger direkte på maskine med disponering direkte fra sæk og big bag.

Der foretaget produktion i mix og prøvestøbninger med tilhørende emner udtaget til endelig test.



Billede 2. Ølkasse prototype DK 168, 50% rHDPE OceanIX og 50% kværnet plast fra kværnsilo

4.3.1 Testresultat

Produktion

Produktionen forløb stabilt og formen blev udfyldt uden driftsstop for alle producerede enheder. Der blev produceret 100 test kasser i alt. Disse er produceret med et højere sprøjtetryk da materialet er noget sejere. Det øget sprøjtetryk koster mere på energi siden. Da testen først og fremmest prioriterede en sikker drift, har det øget energiforbrug også været højere end påkrævet, hvis man skal køre en ordre baseret produktion. Gennemløbstiden var OK men en anelse langsommere end med virgin. En umiddelbar sammenligning mellem en testproduktion på 100 enheder og en kommerciel produktion i virgin med flere 1.000 kasser er dog ikke fair, så observationen er alene indikativ.

Visuelt var prototypen grov i udtrykket og ikke alle detaljer var udfyldt. I en større serieproduktion vil det være muligt at justere på parametre, så der kan opnås en mere pæn støbt kasse.

De konkrete mål for testemnerne fremgår af nedenstående tabel.

TABEL 2. Standardmål og testresultat for mål

Reference	L 422	L 422	LM 422	BM	B	B	H 258	Vægt
Test	422,40	422,53	420,17	353,78	356,66	356,16	257,22	1957 g

Konklusion

Konklusion for ølkassetest i 50% kværn (MFI 8) og 50% rHDPE OceanIX blandet direkte på støbemaskinen er følgende:

- Målene er fine. LM og BM er lidt langt nede, men indenfor tolerance området
- Der skal bruges max sprøjtetryk for at få Ocean materialet igennem. Dette kan være årsagen til, at både kortsider og langsider buler meget – der kan være tvivl om hvorvidt der kan trykkes på siderne

- Når man tester ruminddelingen er det ikke alle rum "dummy" materialet kan komme ned i. Umiddelbart hænger det nok sammen med ovenstående høje sprøjtetryk og de bulede sider
- Kassen lugter. Lugten kan beskrives som en anelse som brændt plast, men samtidig en anelse olieagtig uden at være direkte ubehagelig. Lugten fra emnerne aftager lidt over tid. Ved længere tids produktion, må det forventes at der skal laves udsugning fra de enkelte maskiner for at begrænse lugtgenerne for medarbejderne i produktionsområdet.

4.4 Test – brødkasse

Tilsvarende test med ølkasse, blev test med brødkasse tilrettelagt med udgangspunkt i at anvende et niveau af OceanIX råvare, som har vist sig driftssikker og stabil i alle forhold, og vurderes at kunne produceres på samme kommercielle vilkår, som med virgin plast.

Fokus i test med brødkassekasse var:

- Udfordringer i forhold til udfyldning af form
- Teste egenskaber for prototyper produceret af post consumed plast fra OceanIX og kværn

Der er foretaget test med 50% OceanIX rHDPE og 50% regranulat af kasserede brødkasser returneret fra brødfabrik. Denne plast er en standard HDPE med MFI 8. Materialesammensætningen er 100% post consumed affaldsplast, heraf 50% forarbejdet til pellets (OceanIX)) og 50% hjemtaget direkte fra kunde og kværnet til granulat.

Til testen er anvendt brødkasseform DK 173. Testen blev udført på 1.000 tons Battenfeld sprøjttestøbemaskine. Råvarerne blev forblandet via doseringsenhed monteret direkte ved indløb til maskine.

Dimensioner på kassen: Volumen 27 l, L: 606mm, B: 406 mm, H: 137,5 mm, T: 3 mm, vægt: 1,9 kg. Produktdatablad er vedlagt i bilag.

Design består af gitterstruktur i kanter og bund, der fungerer som ventilation for varme brød.



BILLEDE 3. Brødkasse prototype DK 173, 50% rHDPE OceanIX og 50% kværnet plast fra re-turkasser

4.4.1 Testresultat

Produktion

Produktionen forløb stabilt og formen blev udfyldt uden driftsstop for alle producerede enheder. Der blev produceret 100 test kasser i alt. Disse er produceret med et højere sprøjtetryk da materialet er noget sejere. Det øget sprøjtetryk koster mere på energi siden. Da testen først og fremmest prioriterede en sikker drift, har det øget energiforbrug også været højere end påkrævet, hvis man skal køre en ordre baseret produktion. Gennemløbstiden var tilfredsstillende men en anelse langsommere end med virgin. En umiddelbar sammenligning mellem en testproduktion på 100 enheder og en kommerciel produktion i virgin med flere end 1.000 kasser er dog ikke fair, så observationen er alene indikativ.

Måldimensioner

Testkassernes mål har mindre afvigelser i forhold til de nominelle mål men det er ikke kritisk. Det vurderes at med mere fokus herpå og tilpasning på tryk, eftertryk og temperaturer, kan støbningen optimeres på mål således at de nominelle værdier rammes præcist.

Bundnedbøjning:

Kassen er testet med 16 kg. i 7 dage for at teste bundnedbøjningen. Udgangspunktet for nedbøjningen var -7.32 mm. Efter 1 time går bunden ca. 4 mm ud over 0 punktet og efter 7 dage ender resultatet på 10 mm ud over 0 punktet. Efter 8 dage uden belastning kommer bunden tilbage til - 1 mm

Når kassen er belastet går kassens langsider mærkbart indad. Efter 8 dage uden belastning er målet på midt belastningen 399 mm. Kassens nominelle mål på 406 mm. Afvigelsen er markant.

Vi skal være opmærksomme på nedbøjningen af bunden, når kassen er fyldt med brød. Både kassens langsider og nedbøjning kan give udfordringer med brødet i kassen nedenunder, da

der er risiko for direkte kontakt mellem bund og indhold. Da brød stables varme, giver den øget temperatur i stablen en blødgørende effekt på kassen.

Lugt

Kassen lugter i ca. 14 dage efter produktion. Det er en konkret problematik man skal holde for øje i forhold til anvendelse i fødevareproduktion eller andre produkter, hvor det ikke er ønskeligt med lugtkilder.

En umiddelbar løsning er at kasser afdampes på lager i +14 dage inden de leveres til kunde. Alternativt kan der rent teknisk arbejdes med lugtneutraliserende additiver i OceanIX. Det er dog ikke noget, der er arbejdet videre med i dette projekt.

Konklusion

Den overordnede konklusion er, at det er muligt at producere DK 173 brødkassen i 100% affaldsplast i kommerciel skala til en kostpris (med nuværende råvarepriser) på ca. 10% over en kasse produceret i virgin plast.

Afvigelserne i forhold til målfasthed vil kunne løses gennem indstillinger.

Et øget energiforbrug til sprøjtetryk vil være et vilkår på grund af den lave MFI og formens kompleksitet, med et stort udfyldningsrum og gitterstrukturen.

Lugtproblemet kan løses ved lagring eller med additiver i OceanIX.

Problemstillingen med nedbøjning er kritisk, og skal derfor løses ved tilsætning af stivelse i materialet. Det kan gå ud over holdbarheden.

5. Blæsestøbning i OceanIX rHDPE Green

Formål

Formålet med nærværende test er at teste produktionsegenskaber samt det producerede emnes ydre karakteristika sammenholdt med kontrolemlene fremstillet i virgin HDPE råvare.

I forhold til blæsestøbning, blev der valgt følgende formværktøjer:

- 1 liters standardbeholder, 20-25 g plast og en vægtykkelse på omkring 1 mm.
- 250 ml. beholder i specialdesign

De valgte beholdere er værktøjer som J. Myhre har udviklet og anvendt i produktioner med virgin plast. Skruelåg produceres separat af en ekstern leverandør og er ikke omfattet testen. Valg af 1 liters standardbeholder skal afdække om udfyldning udfordres og vægtykkelser bliver for ujævn og evt. giver problemer ift. tryktest. Valg af 250 ml. beholder i specialdesign skal teste udfyldning i et værktøj med kanter og indfald.

Metode beskrivelse og fremgangsmåde

Testen udføres på en Hesta HW ekstrusions blæsemaskine, som også anvendes til fremstilling af emnet i virgin HDPE råvare, Sabic 5823

5.1.1 Processen

Kort fortalt består produktionsprocessen af en ekstrusionsfase, en blæsefase og en kølefasen. I ekstrusionsfasen opvarmes materialet og blandes i en snekke, som fører materialet frem til ekstruderhoveds kerne/dyse sæt, hvor der er en spalte hvorigennem materialet ekstruderes til en "slange". Når længden på slangen er passende, lukkes en blæseform omkring slangen, som klippes af.

I blæsefasen flyttes formen til blæsestationen, hvor blæsedorne placeres i formen, og blæser "slangen" op, så den fylder formhulrummet og dermed former flasken.

I kølefasen afkøles emnet så plasten bliver fast og kan holde formen. Ved top og bund, er der noget ekstra materiale fra "slangen", som er udover emnets form. Disse dele fjernes og føres til en kværn, hvor materialet kværnes og blandes med det nye materiale, der føres til maskinen. Top og bund affald udgør ca. 35%, men kan justeres ved længden på bundaffaldet. Det har normalt ikke så stort fokus, da top og bundaffald kværnes og ledes tilbage til ekstruderen. Ved testproduktion er top og bundaffald taget fra hvilket skønnes ikke at have indflydelse på testen resultat.

5.2 Testproduktion – 1.000 ml. dunk

Testemne: NS-1000 – 1.000 ml. rund flaske "Nordisk Standard"

Emnet produceret ofte og processen og emnet er derfor velkendt for operatøren, som udfører testen. Operatøren har dermed et umiddelbart godt sammenligningsgrundlag.

Testemnerne fremstilles med en emnevægt omkring 50 gram så de kan sammenlignes direkte med kontrolemler fra den løbende produktion.

5.2.1 Produktionstekniske data

Ekstruder

Ekstruder som er bestemmende for emnevægten er monteret med:

Dyse = 26 mm

Kerne = 20,5 mm

Til fremstilling af emne med 50 gram vægt i virgin anvendes en kerne på 22,3 mm.

Blæsedorn

Blæsedorn er bestemmende for udformning af hul i flaskehals.

Skafte = 25,3 mm

Ring = 25,0 mm

Spids = 22,0 mm

Varmezoner

Varmezone 1 og 2 180°C

Varmezone 3 og 4 185°C

Varmezone 5 til 8 180°C

For virgin materialer er indstillingen af varmezoner

Varmezone 1 til 4 180°C

Varmezone 5 til 8 175°C

Den lidt højere temperatur er valgt ud fra en visuel vurdering af materialets overflade på de færdige emne. Ved lavere temperatur, kunne der på testmaterialet ses en række striber, som forsvandt, når temperaturen blev øget. Samtidig blev overfladen på testmaterialet mere blank.

Blæseform

Blæseformen er uden ændringer i forhold til fremstilling i virgin materialer.

5.2.2 Testproduktion

Produktionen indledes som vanligt med en indkøringsfase for at indstille alle produktionsparametre, som tidligere nævnt. Der er ikke nogen specielle bemærkninger til indkøringen.

Til indkøring er der anvendt ca. 57 kg råvare.

Efter indkøring er der anvendt ca. 23 kg og produceret 288 flasker.

Der er samlet anvendt ca. 80 kg råvare.

Cyklustiden under produktionen var 17 sek., hvilket er indenfor normen.



BILLEDE 4. Blæsestøbning af flaske i 100% virgin (tv.) og 100% Oceanix rHDPE (th.)



BILLEDE 5. Detalje af teststøbning i 100% OceanIX rHDPE. Gevindkanter fremstår skarpt og struktur i overflade lidt grovere.

Opmåling af emner

For alle plastemner gælder, at der er et "krymp" efter produktion hvor materialet trækker sig sammen inden det hærder helt. Det er materialespecifikt hvor lang tid emnet er om at trække sig sammen til det endelige mål, dog er det sådan, at den største del af sammentrækningen sker i de første timer efter produktionen. Testemner er i lighed med kontroleemner, målt mindst 24 timer efter produktion, hvor emnet er krympet til de endelige mål.

Sammenligning mellem flasker fremstillet i virgin materiale med flasker fremstillet i OceanIX nominal emnevægt 50 gram.

TABEL 3. Sammenligning mellem flasker fremstillet i virgin materiale med flasker fremstillet i OceanIX nominal emnevægt 50g

	Tegnings- mål	Civ. 1 test	Cav 2 test	Cav. 1 kontrol virgin	Cav 2 kontrol Virgin
Vægt (gram)	50	54,6	53	53,3	52,8
Indvendig hals hul (d) (mm)	21,8±0,2	22,19/21,83	22,15/21,7	22,07/21,9	22,13/21,76
Total højde (mm)	257±1	258	258	258	258
Diameter (mm)		83,17/83,0	83,13/83	83,2/82,6	83,0/82,5
Halshøjde (mm)	19,5±0,2	19,5	19,5	19,5	19,5
Godstykkelse*) (mm)		0,7-0,75	0,7-0,75	0,7-0,75	0,7-0,75
Total vol. (ml.)		1105	1103	1106	1102

*) Godstykkelse er målt ved opskæring i "spiral" og mål flere steder langs kanten af omkring midter sektionen af flasken.

Mål er angivet som min/maks.

Droptest

For at teste emnets styrke, laves drop test (standardtest). Emnet fyldes med væske til nominal volumen og droppes fra 1,5 meters højde, på bund samt på kapsel.

Begge testemner samt kontrolemler bestod testen.

Visuel bedømmelse

Overfladen på test flaskerne er mere blanke end for kontrolemlerne og flasken føles lidt mere blød, når den klemmes.

Ved klip på siden af hals, ses der et område, hvor materialet er relativt tyndt, uden der dog er hul i flasken. Operatøren mener, at det skyldes lukkehastighed ved lukning af formen, som skal justeres, sammenlignet med den lukkehastighed, som anvendes ved produktion i virgin materialer.

Samling i bund er testet ved opskæring og "rivning". Svejsningen af materialet er hel, og det er ikke muligt at få svejsningen til at åbne sig ved rivning.

5.3 Test - 250 ml flaske

5.3.1 Produktionstekniske data

Den nominelle vægt for emnet er 27 gram.

Ekstruder

Dyserne blev dimensioneret lidt større for at undgå for tynd hals og tykke vægge. Denne justering blev alene foretaget på grund af designet. Det havde ikke betydning i forhold til materialet.

Varmezoner

Varmezone 1 og 2 180°C

Varmezone 3 og 4 185°C

Varmezone 5 til 8 180°C

Det er forsøgt at ændre lidt op og ned på materialetemperaturer, men der ses ikke nogen nævneværdig forskel.

Umiddelbart er der ikke nogen problemer omkring produktionen, som kan relateres til materialet. Dog har man bemærket, at materialet er lidt mere "skrøbeligt" når formen lukkes. Hvis der lukkes med for stor hastighed, opstår der huller i materialet omkring samlingen i bunden.

Lukketid

Flasken sorteres fra i leak testeren, men det er ikke optimalt. Derfor blev der foretaget justering af lukkeværktøjet, hvor værktøjsmageren lavede klippeværktøjet fladere, så det passer bedre til det drøjere materiale. Emnerne blev derved "klemt" af i stedet for klippet. Det fik løst problemet og har ingen effekt på gennemløbstiden.

Materialet er lidt mere klistret end virgin HDPE. Det har ikke nogen betydning for produktionen, men det hænger mere fast i handsker, når der er behov for at håndtere materialet i forbindelse med rens af dysser ved stop/start.

Så udover lugt, ikke nogen nævneværdige udfordringer, som er relateret til materialet.



BILLEDE 5. 250 ml. testflaske i 100% OceanIX rHDPE



BILLEDE 6. 250 ml. testflaske i 100% OceanIX rHDPE

5.3.2 Konklusion

Konklusionen omfatter begge test prototyper.

Indkøring

Der er ved indkøring anvendt lidt mere materiale end normalt, da råvaren er ukendt i produktionen, og der derfor er brugt materiale til at se hvordan ændringer i temperatur påvirkede hovedsageligt overfladens udseende samt indvirkning på produktionsprocessen. Indkøringen er foretaget af operatøren som en normal opstart, og der er desværre ikke detaljeret optegnelser af delresultater for indkøringen, som kan dokumentere forskellene, andet end operatørens mundtlige sammenfatning af hans iagttagelser under processen.

Dimensioner

Ved sammenligning mellem testemner og kontrolemer for 1.000 ml. flaske ses ingen forskelle i mål.

Der kan ses en forskel i udseende, da testemnerne er mere blanke. Den blanke overflade skyldes til dels den højere temperatur, som generelt giver mere blank overflade, men er også en egenskab ved materialet.

Kerne/dyse sæt

Anvendelsen af kerne/dyse sæt med større spalte åbning er nødvendig for at få nok materiale ud i slangen, da den ellers vil blive for tynd og flaskens vægt for lav. Der er ikke noget specielt i at der skal anvendes et andet kerne/dyse sæt end ved den råvare vi normalt bruge, da der er forskel i flowrate og densitet også mellem forskellige virgin råvarer.

Top/bund affald

Der er ved testen den samme mængde top/bund affald, som ved produktion i virgin materialer. Det er et parameter, som normalt ikke er særligt interessant, da top og bundaffald kværnes og ledes tilbage til ekstruderen.

Cyklus tid

Der har ikke været nogen forskel i cyklostid i forhold til vores normale cyklostid for virgin på 17 sek. ved produktion af 1.000 ml.

Ved produktion af 250 ml. flaske var der behov for at ændre klippemekanismen så den klemte emner af i stedet for klip. Denne modificering havde ingen negativ effekt på gennemløbstiden.

Produktionstemperatur

Temperaturen blev sat højere end for virgin materialer, da der ellers kunne ses striber i overfladen. Det er muligt, at temperaturen ved længere produktion kan reduceres, da striberne kan skyldes rester fra virgin materiale fra tidligere produktion, men det kan på baggrund af nærværende test ikke afgøres endeligt. Den lidt højere produktionstemperatur giver en lille øgning i produktionsomkostningen pr. enhed, men forskellen er ikke opgjort konkret for denne test.

”Fornemmelsen” af flasken

Flasken i testmaterialet føles blødere og mere smidig end virgin materialet. Det synes som om testmaterialet er mere smidigt og sejt, og dermed har større resistens mod at revne, men det er ikke noget vi kan dokumentere, og det vil også relatere sig til det produkt, som fyldes i flasken og den indbyrdes kompatibilitet mellem produkt og flaskemateriale.

Lugt

Lugt er subjektivt, men der er ingen tvivl om at OceanIX lugter anderledes end virgin materialer, specielt under produktion, men den anderledes lugt kan også genfindes i det færdige emne, dog væsentligt reduceret.

Lugten kan beskrives som en anelse som brændt plast, men samtidig en anelse olieagtig uden at være direkte ubehagelig. Lugten fra emnerne aftager lidt over tid. Ved længere tids produktion, må det forventes at der skal laves udsugning fra de enkelte maskiner for at begrænse lugtgenerne for medarbejderne i produktionsområdet.

Den væsentligste forskel i fremstilling af emner i OceanIX sammenholdt med virgin materialer fra Sabic B5823 er den lidt højere produktionstemperatur samt at det for at fremstille emner i samme vægt som kontrolemerne, er nødvendigt, at anvende kerner med mindre diameter, så der fremkommer en større spalteåbning ved ekstruderen.

6. Vurdering af miljøeffekter

Projektet har bidraget til at løse følgende miljøproblemer:

- reducere forbrug af virgin plast som har en betydelig klimaeffekt fra brug af fossile stoffer
- øge reel materialegenanvendelse af affaldsprodukter og understøtter derved EU's genanvendelsesmål
- reducere deponi af vanskelige plastfraktioner som f.eks. trawl ved at omdanne produkt til høj kvalitets råvarer
- etableret showcase for en cirkulær økonomi løsning som kan realiseret på kommercielle vilkår med eksisterende teknologier

PE og PP plast er ressourcekrævende at fremstille og råolie og naturgas er den vigtigste råvare til fremstilling af virgin plast. Hvis man ser alene på klimabelastningen fra produktion af 1 kg. virgin PE/PP, er den generelle konsensus at CO₂ udledningen er ca. 2 kg. CO₂ per kg. plast. Med et årligt forbrug på ca. 500.000 tons virgin plast i DK, generer dette forbrug en CO₂ emission på 1 mio. tons CO₂ per år. Ved at introducere Oceanix som erstatning for virgin PE og PP fortrænger det et tilsvarende forbrug af virgin plast.

Projektet har identificeret forskellige barrierer for at anvende Oceanix i stedet for virgin plast. Sammenfattende drejer det sig om:

- Det lugter anderledes
- Det kan ikke anvendes til direkte fødevarekontakt
- Det kræver i nogen omfang tekniske modificeringer af støbeudstyr
- Gennemløbstid reduceres fra 0-5% ved større emner
- I støbninger med vægge tyndere en 2 mm, kan mix med høje koncentrationer af Oceanix give problemer ift. udfyldning af form
- Materialet er blødere end virgin, og vil i større konstruktioner med behov for stivhed, kun kunne anvendes i mix med under 50% Oceanix
- Oceanix opfylder styrkekrav mv. til de testede prototyper
- Visuelt er det ikke lige så glat som virgin plast
- Ved mix med høj andel af Oceanix, vil støbeplast forme få problemer med udfyldning
- Pris er på samme niveau som virgin

Der er ikke nogen af de konkrete barrierer som giver større tekniske eller kommercielle begrænsninger i at anvende Oceanix i mix med virgin. Det vil umiddelbart kunne lade sig gøre i de fleste sprøjttestøbe applikationer, at introducere Oceanix i op til 50/50% mix med virgin. I flere tilfælde også op til 60% Oceanix. I blæsestøbning kan 100% Oceanix introduceres for et bredt udvalg af flasker og dunke, som ikke skal indeholde fødevare eller pharma-produkter.

Ved at bruge post-consumed plast, kan produktionen af plastapplikationer opretholdes, men forbruget af virgin plast og de afledte miljøeffekter ved fremstilling af ny plast reduceres relativt. Det er derfor netop produktion med post-consumed plast er interessant. Endvidere løser Oceanix et affaldsproblem.

Et salg på 3.000 tons Oceanix, vil have en umiddelbar positiv miljøeffekt på 4.800 tons CO₂/år (jf. beregning senere i dette kapitel). Ved afsætning af fuld produktionskapacitet er miljøeffekten 12.800 tons CO₂/år.

6.1 Miljøvurdering af OceanIX

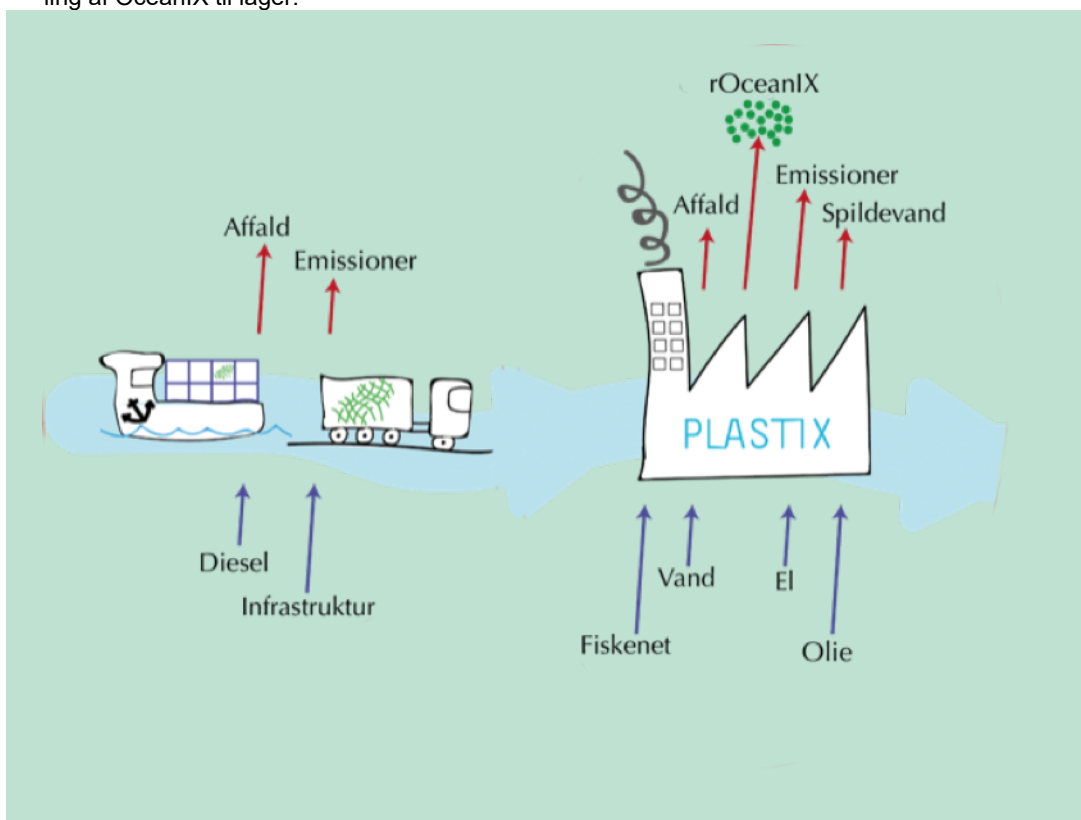
I tillæg til udvikling og test af prototyper, er der foretaget LCA baserede miljøvurderinger for at kvantificere den konkrete miljøeffekt ved at fremstille prototyper baseret på OceanIX⁶. LCA beregningen medtager affaldsbortskaffelsesfasen af udtejnede fiskenet, transport, genanvendelse af affaldsplast til pellets, fremstilling af prototyper og sammenlignes derefter med virgin plast

Beregninger er baseret på stedspecifikke data fra produktion af OceanIX, transportscenarier samt generelle enhedsdata for plastproduktion. LCA screeningerne er udført i Sima Pro som er det mest udbredte LCA værktøj i verden.

Den overordnede konklusion er, at prototyperne har et betydeligt positivt bidrag til CO₂ reduktion og at det er muligt at eksekvere skalerbare kommercielle cirkulære løsninger baseret på post-consumed affaldsplast, til fremstilling af nye kundespecifikke plastapplikationer.

Ressourceudnyttelsen svarer til Plastix produktion, som i 2019 var. ca. 3.000 tons OceanIX. I 2020 forventes den at blive minimum 5.000 tons HDPE og HDPP. Denne mængde var oprindeligt deponiaffald, som via Plastix er konverteret til en ny råvare.

Fra et CO₂ perspektiv er 1 kg. HDPE OceanIX mere end 5 gange bedre end 1 kg. virgin HDPE. Carbon footprint for 1 kg. ren HDPE OceanIX er 0,389 kg. CO₂⁷. Carbon footprint for 1 kg. virgin HDPE er 2,27 kg. CO₂⁸. Disse data er beregningsresultat af LCA screening fra vugge til port, dvs. indsamling af affaldsnet, transport til Plastix, Plastix produktion og fremstilling af OceanIX til lager.



FIGUR 4. Systemafgrænsning for OceanIX

⁶ Beregninger er foretaget af Provice

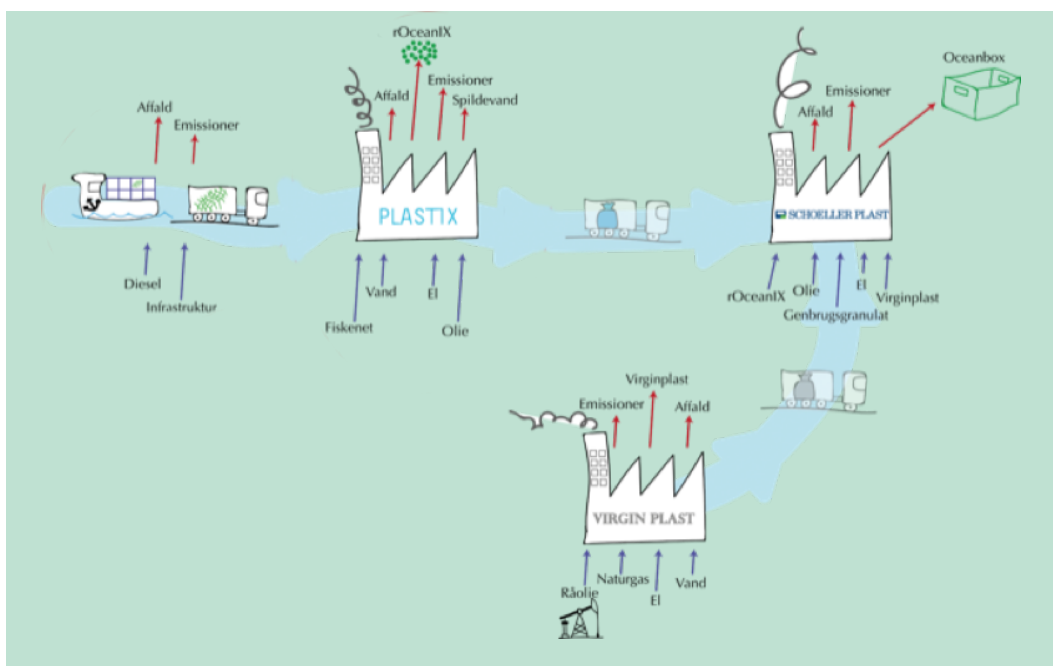
⁷ LCA resultat baseret på vugge til port analyse jf. figur 4

⁸ Dataudtræk fra SimaPro for 1 kg. EU produceret LDPE råvare

Den primære usikkerhed knyttet til beregning af product carbon footprint for OceanIX er energiforbruget til Plastix produktion, som er i stadig forandring på grund af opskalering af produktion og tilkøb af mere produktionsudstyr. Fra december 2019 har Plastix indgået en aftale med energiselskabet om at al strøm leveres med CO₂ neutrale certifikater. Elforbruget udgør ca. 80% af det samlede energiforbrug. Ovenstående carbon footprint beregning har ikke medtaget produktion med CO₂ neutral strøm, men er baseret på Energistyrelsens indeks for gennemsnits CO₂ emission pr. DK kW/h 2018.

6.2 Miljøvurdering af prototyper i støbeplast

Der er produceret prototyper i 3 forskellige støbeplast forme med forskellige kombinationer af OceanIX og virgin. For alle forme gælder, at der kan produceres med blandinger på 60% OceanIX og 40% virgin plast uden relevant effekt på produktkvalitet og produktion (energiforbrug og fejl).



FIGUR 5. Systemafgrænsning for OCEANbox

En OCEANbox prototype i 60% OceanIX og 40% virgin, har et beregnet carbon footprint på 4,89 kg. OCEANbox har en totalvægt på 1,95 kg. plast. Sammenlignet med en referencekasse produceret i 100% virgin HDPE, reducerer OCEANbox med 60% OceanIX carbon footprint med ca. 32%. For hver 10% vægtindhold som OceanIX kan øges, reduceres det samlede carbon footprint med ca. 6%.

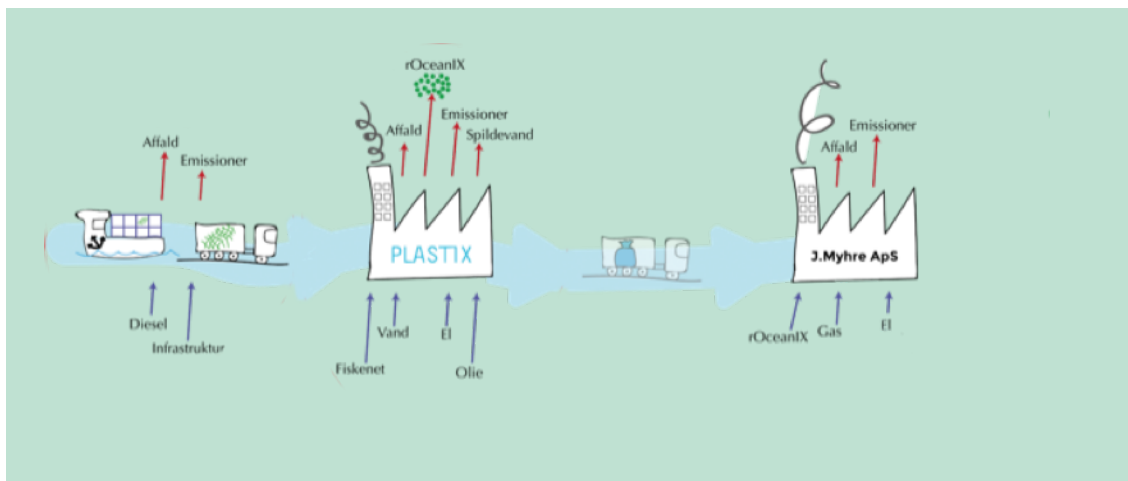
OceanIX prototypen produceret i 60% Oceanix og i 40% genanvendt granulat fra Schoeller Plast kværn af affaldsplast fra kunder giver det laveste samlede carbon footprint. I denne version er carbon footprint 3,53 kg. per OCEANbox, hvilket svarer til en reduktion på 51% i forhold til en kasse i ren virgin plast. En oversigt fremgår af nedenstående tabel.

TABEL 4. Carbon footprint for forskellige versioner af OCEANbox

	Sum	CO ₂	%
Reference box i 100% virgin plast	7,16	kg	100
OCEANbox 60% OceanIX, 40% virgin	4,89	kg	68
OCEANbox 50% OceanIX, 50% virgin	5,28	kg	74
OCEANbox 60% OceanIX, 40% genbrugsgranulat	3,53	kg	49

6.3 Miljøvurdering af prototyper i blæsestøbt plast

Der er produceret 2 forskellige prototyper i blæsestøbt plast. Begge prototyper har været mulig at producere i 100% OceanIX HDPE uden at det har påvirket energiforbrug, kvalitet og spild.



FIGUR 6. Prototyper i blæsestøbt plast

Der er foretaget en beregning af carbon footprint på basis af prototypen for 1 l. flaske. Den nominelle vægt er 25 gr. pr. flaske. Miljøeffekten ved at substituere 100% med OceanIX er i forhold til carbon footprint en reduktion på ca. 52% i forhold til emner produceret i virgin plast.

TABEL 5. Carbon footprint for prototype i OceanIX og virgin blæsestøbt plast

	Sum	CO2	%
Reference i 100% virgin plast	0,92	kg	100
100% Oceanix plast	0,44	kg	48

6.4 Cirkulære modeller

For at bevæge sig fra en lineær til en cirkulær økonomisk tankegang i sin forretningsmodel, er man nødt til at forholde sig til det ressourceforbrug ens virksomheden yder. Når materialer genanvendes så der kan laves nye produkter af det, omtales det som værende *Closing resource loops*.

Plastix skaber et grundlag for cirkulære materiale-flows ved at lave post-consumed affaldsplastik om til PE og PP råvarer, der kan bruges til at producere nye produkter.

Når man designer nye produkter, kan man med fordel have følgende re-designstrategier for bæredygtighed for øje (Bocken et al., 2016):

a) DESIGN FOR ATTACHMENT AND TRUST

Produktet designes så brugeren får følelsesmæssig tilknytning til det og derfor gerne vil beholde produktet i lang tid og derfor er villig til f.eks. at få produktet repareret. Det kan være pris, historie, tillid og identitet der kan skabe denne tilknytning til produktet.

b) DESIGN FOR DURABILITY AND RELIABILITY

Produktet designes i holdbare materialer som nemt kan vedligeholdes og er sammensat af materialer der ikke forringer hinanden når de er kombineret.

c) DESIGN FOR STANDARDIZATION AND COMPATIBILITY

Produktet designes indenfor en standard så det nemt kan repareres eller har høj kompatibilitet

med andre produkter. Dette kan også gøre det nemmere for forbrugeren, når de skal vælge hvad de skal købe.

d) DESIGN FOR EASE OF MAINTENANCE AND REPAIR

Produktet designes så det nemt kan repareres og derved forlænge produktets levetid.

e) DESIGN FOR UPGRADABILITY AND ADAPTABILITY

Produktet designes så det er fleksibelt og kan opgraderes med nye funktioner eller opdateringer. Ofte er modularitet et nøgleord når man bruger denne designstrategi.

f) DESIGN FOR DIS- AND REASSEMBLY

Produktet designes så det nemt kan skilles ad og samles igen. De dele af produktet der går hurtigere i stykker end resten, kan nemt udskiftes på denne måde.

De testede prototyper i projektet understøtter flere af disse principper, når Oceanix og regranulat anvendes. Dog er hverken kasser eller flasker komplekse produkter, hvorfor de to sidste principper retter sig mod mere komplekse produkter og har mindre relevans ift. dette projekts prototyper.

Der er i projektet arbejdet med forskellige cirkulære modeller. Udgangspunktet har været at tilbyde kunder en cirkulær løsning, som både er attraktiv set ud fra et teknisk, økonomisk og miljømæssigt perspektiv.

Arbejdet med de cirkulære modeller har taget afsæt i potentielle løsninger for kunder til Schoeller Plast med behov for kasser til transport (B2B).

Den umiddelbare cirkulære løsningsmodel kan realiseres ved at anvende Oceanix i stedet for virgin. Oceanix er produceret af affaldstraw, reb og net, hvor affald omdannes til en ressource og dermed fortrænger et forbrug af virgin plast.

Der er således en cirkulær grundkvalitet i anvendelse af OceanIX frem for virgin plast i konkrete plastapplikationer. Som det fremgår ovenfor, er den potentielle CO₂ reduktion for product carbon footprint ca. 6%, for hver 10% vægt Oceanix, som erstatter virgin plast. For de forskellige prototyper i støbeplast, er det umiddelbart teknisk muligt og økonomisk neutralt at erstatte med 50% og i flere tilfælde op til 60% virgin plast med OceanIX. Suppleres de resterende 40% virgin med kværnet genanvendt plast fra kasserede plast fra kunder, reduceres product carbon footprint med godt 50% ift. en kasse i virgin plast.

Med fundament i en cirkulær råvarer har projektet vurderet forskellige cirkulære modeller. De cirkulære modeller har alle været baseret på et princip, hvor kunder til Schoeller Plast anvender kasser til forskellige transportformål, genbruger kasserne til de er udtjente, og derefter returnerer kasserede kasser til Schoeller Plast for kværn og genbrug i ny kasseproduktion. I nogle modeller er der i brugsfasen behov for vask og klargøring inden genbrug, i andre er der ikke dette behov. Det kommer an på det konkrete kunde-set up.

I det følgende illustreres et eksempel på en cirkulær model. Den er baseret på, at kunden har behov for en transportemballage til at levere produkter til de samme kunder og det er med stor frekvens. Transportemballagen er i dag en papkasse (single use). Den cirkulære model foreslår single use papkasse erstattet med plastkasse, som kan genbruges mindst 75 gange.

Initialinvesteringen er højere for kunden, da plastkasser er dyrere end papkasser. Til gengæld kan de genbruges mange gange og initialinvesteringen vil derfor tjene sig hjem på sigt.

Kunden vil få en besparelse på indkøb af emballage og en styrket miljøprofil. For at modellen kan realiseres, skal kunden sikre en logistik der hjemtager tomme kasser, samt i relevant omfang organisere vask af kasser. Endvidere er det en forudsætning, at der købes et parti plastkasser som kan være op til det dobbelte af det emballagebehov, som skal dækkes, således at der er en infrastruktur, som kan håndtere der er kasser på lager hos kundes kunder.

Kundens kunder vil opleve en mindre ændring, idet produkter leveres i kasser (stabelbare), som tages retur af kunden i stedet for pap, som pålægger kundens kunde en bortskaffelsesudgift.

I scenarier er der regnet med følgende forudsætninger:

- Papkasse vejer 276 g og kan erstattes af en plastkasse med samme volumen, som vejer 860 g.
- Papkassen er fremstillet af genbrugspap (europæisk)
- Plastkassen kan genbruges minimum 75 gange
- Pris for papkasse – 2,5 kr./stk.
- Pris for plastkasse – 25 kr./stk.
- Den gennemsnitlige transportafstand fra kunde til kundes kunde er 200 km
- Kunden har ikke ekstra transport ved hjemtagning af kasser, da der alligevel er returkørsel fra kundes kunde

Når plastkassen er genbrugt 10 gange er der break even for kostpris for emballage. Derefter er det alene vedligeholdelsesudgifter til vask af kasser i relevant omfang. Når plastkassen er genbrugt 5 gange er der break even på CO₂ aftrykket.

Ved en cyklus svarende til 75 gange emballering af produkt fra kunde til kundes kunde, svarer det til et ressourceforbrug af 75 papkasser a' 276 g = 20,7 kg pap. Alternativet med en genanvendt plastkasse løftes med et ressourceforbrug på 860 g. plast (i OceanIX og genbrugsgranulat).

Inklusiv produktion af kasse, tur- og returlogistik mellem kunde og kundes kunde samt vask, er CO₂ aftrykket beregnet til 7,81 kg. pr. kasse genbrugt 75 gange.

Inklusiv produktion af papkasse i genanvendt pap, logistik mellem kunde og kundes kunde, bortskaffelse og recycling af pap, er CO₂ aftrykket beregnet til 39,17 kg. for 75 kasser brugt 1 gang og derefter bortskaffet.

7. Formidlingsaktiviteter

De primære formidlingsaktiviteter om projektets resultater er varetaget af Plastic Change og Schoeller Plast. Herudover har de øvrige projektdeltagere haft pressemeddelelser på egne hjemmesider.

Plastic Change har integreret case-historien *OCEANbox* i relevante udstillingsaktiviteter med showcases. Udstillingspakken består af prototyper af *OCEANbox* mælkekassen produceret i rHDPE OceanIX, gamle net samt information og en pjece om projektet *OCEANbox – fra trawl til kasse* , som i billeder beskriver tilblivelsen af *OCEANbox*.

Plastic Change har et bredt nordisk og globalt netværk til lande og byer om plastproblemer og løsninger. Plastic Change indgik en aftale med Industriens hus (DI og Plastindustrien) om en stor udstilling i deres hall. Den varede i 3 måneder og det er skønnet at den havde mindst 100 besøgende dagligt. Og i foråret 2019 var der kickoff på Plastic Changes vandrestilling i Asien, hvor 10 byer bliver besøgt. Udstillingerne besøges typisk af policy-makers, NGO'er og affalds-aktører og projektmedarbejdere.

Ud over Plastic Change's temaudstilling i Industriens hus (DI) og vandrestillinger, har Plastic Change produceret en 4 minutter lang video om *OCEANbox*, der skal skabe opmærksomhed omkring udfordringerne og mulighederne i at producere nye produkter i post consumed plast. Filmen er til generelt oplysningsbrug og ligger på YouTube <https://youtu.be/BGRWWGWDHOI>, hvor den blev udgivet i marts 2019. Filmen har i skrivende stund haft 1.805 visninger.

Nedenstående oversigt sammenfatter formidlingsaktiviteterne i regi af Plastic Change:

- December 2018: Artikel skrevet og lagt på hjemmeside: <https://plasticchange.dk/videnscenter/gamle-trawl-og-net-bliver-til-nye-plastikkasser/>
- December 2018: Artikel delt på Facebook. Nåede ud til 6700 personer og fik 340 interaktioner
- Februar 2019: Artiklen delt i vores nyhedsbrev for februar 2019. Her er den blevet klikket på/læst 32 gange.
- Februar 2019: Udarbejdet folderen *OCEANbox – fra trawl til kasse*, der blev delt ud ved diverse events/arrangementer
- Marts 2019: Produceret film om *OCEANbox* blev lagt på YouTube – filmen har haft 1805 visninger. <https://www.youtube.com/watch?v=BGRWWGWDHOI&feature=youtu.be>
- April 2019: Filmvisning + udstillingskit (kasse, fiskenet, folder) med til generalforsamling

Schoeller Plast og Plastix har hver især haft formidlingen af projektresultater via konventionelle messer og konferencer i plastindustrien samt i netværk med fokus på bæredygtighed og cirkulær økonomi. Plastix har endvidere formidlet projektets resultater til organisationerne Clean Nordic Oceans samt Waste free Oceans.

Schoeller Plast er blevet interviewet om projektet til en artikel publiceret i Sjællandske medier og har haft besøg af tidligere miljøminister Jakob Ellemann Jensen, hvor showcasen blev præsenteret. Besøget blev vist i TV2 Øst med et indslag om *OCEANbox*. Herudover har Schoeller Plast delt en artikel om projektet på Linkd In, som er blevet vist mere end 25.000 gange. Schoeller Plast præsenterede også projektet på DI konference, januar 2020 under temaet *genanvendelse i praksis*, hvor bl.a. alle miljøordførerne deltog.

Bilag

Bilag 1.1 DK 173 brødkurv



Type DK 173



VOLUME	27 ltr.		
OUTSIDE DIM. (mm)	L 606	W 406	H 137,6
INSIDE DIM. (mm)	L 580	W 380	H 123,6
NET INSIDE HEIGHT (mm)	112,6		
INTERLOCKING (mm)	11		
STACKING STRENGTH	450 kg/crate		

AVAILABLE WITH	Stamp insert Silk-screen print In Mold Label
-----------------------	--

STACKABLE with all 600x400 Modulboxes and lids

VOLUMEN	27 ltr.		
UDV. DIM. (mm)	L 606	B 406	H 137,6
IND. DIM. (mm)	L 580	B 380	H 123,6
INDV. NETTO HØJDE (mm)	112,6		
INDRASTNINGSHØJDE (mm)	11		

STABLINGSSTYRKE 450 kg/kasse

KAN LEVERES MED: Stempelindsats
Silketryk
In Mold Label

STABLING Samstabler med alle 600x400 Modulboxe og låg

SCHOELLER-PLAST-ENTERPRISE A/S □ Hovedgaden 21 □ Nr. Jernløse □ DK-4420 Regstrup
Telefon +45 59 160 160 □ Fax +45 59 160 161 □ CVR-nr. 15 60 10 19 □ spe@schoeller-plast.dk □ www.schoeller-plast.dk

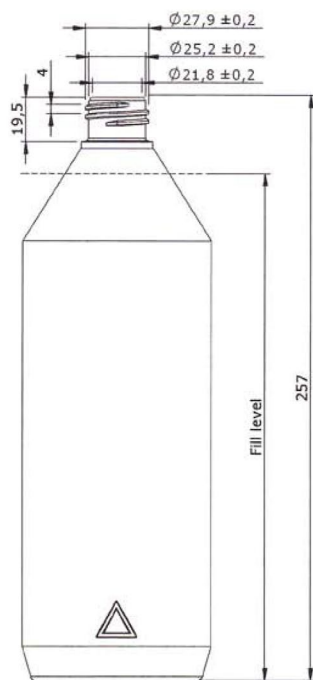
www.schoeller-plast.dk

Bilag 1.2 Teknisk tegning af flaske til blæsestøbning



J. Myhre ApS

House of Packaging



1000 ml
Ø28/410

- With/without warning triangle
- With/without UN-test mark
- Transparent or coloured

Volume	Weight	Material	Thread	Pcs. / Pallet
1000ml	50g	HDPE	28x4mm	1134

Bilag 1.3 Oceanix produktdatablad

OCEANIX
from net
to raw material

HDPE0507 green

PLASTIX
FROM NET TO RAW MATERIALS

OCEANIX PA6
from net
to raw material

TECHNICAL DATA

	METHOD	VALUE	UNITS	DEVIATIONS
PHYSICAL PROPERTIES				
Melt Flow Index, MFI (190°C, 2.16 kg) ¹	ISO 1133-1	0,58	g/10 mins	± 0,05
Density	ISO 1183-1 Method A (immersion method)	0,948	g/cm ³	± 0,05
Shape	Visual inspection	Regular shaped granules		
MECHANICAL PROPERTIES (AT 23°C)				
Tensile strength ²	ISO 527-1/2	23	N/mm ² (MPa)	± 1,0
Elongation at break ²	ISO 527-1/2	88	%	± 10,0
THERMAL PROPERTIES				
Melting Point	ISO 11357-1/3	134	°C	± 0,7
RECYCLED POLYMER CONTENT				
		>95	%	

OCEANIX PA6
from net
to raw material

¹ The rates of shear upon the test are much smaller than those used under normal conditions of processing and therefore it is possible that data obtained by the test will not always correlate with their behaviour during processing*
cf. (ISO1133-1:2011). The MFI results provide an indication of the flow rate when processed.

² Performed on injection molded samples type 1B.

* Std. deviation

Material handling: HDPE granules need normally not to be dried. However, condensation of atmospheric moisture inside the packing may occur due to fluctuating temperatures and high humidity upon storage. Plastix recommends that the material is pre-dried to remove possible condense moisture, which could be done normally with 2 hours drying at 80°C or according to our customers normal pre-drying procedure for HDPE.

PRODUCT INFORMATION

Oceanix rHDPE0507 is a recycle made from discarded fishing nets, trawls and ropes. Fishing nets, trawls and ropes are made of raw materials of high quality to fulfil requirements of abrasion resistance, tensile strength and chemical resistance.

ECO FOOTPRINT

By using Oceanix rHDPE0507 and with reference to Plastix' Life Cycle Assessment (LCA) you are saving our planet for 1650 kg CO₂ equivalent emissions in comparison with similar virgin plastic material, every time you use 1000 kg Oceanix rHDPE0507, improving CO₂ emission savings by a factor 1 : 5,5. Depending on your application, the percentage of Oceanix rHDPE0507 used and the end of life option for your own product, you could even further increase the CO₂ and resource savings.

By using Oceanix rHDPE0507 on a regular basis you will automatically enter into a certification scheme that could reward you with Plastix' Certificate as official "Certified Recyclates User of Discarded Fishing Net and Trawl" to become part of your CSR (Corporate Social Responsibility) achievements.

By using Oceanix rHDPE0507 as your prevailing green raw material choice you directly contribute to further closing the material loops, reducing landfilling, marine pollution and loss of valuable resources.

FOR FURTHER TECHNICAL INFORMATION PLEASE CONTACT

Hans Axel Kristensen, CEO
M: +45 2326 5090
E: hans@plastixglobal.com
W: plastixglobal.com



DISCLAIMER

Although all statements and information in this publication are believed to be accurate and reliable, they are presented gratis and for guidance only, and risks and liability for results obtained by use of the products or application of the suggestions described are assumed by the user. No warranties of any kind, either express or implied, including warranties of merchantability or fitness for a particular purpose, are made regarding products described or designs, data or information set forth. Statements or suggestions concerning possible use of the products are made without representation or warranty that any such use is free of patent infringement and are not recommendations to infringe any patent. The user should not assume that toxicity data and safety measures are indicated or that other measures may not be required. Plastic recyclates can only be used for direct food contact applications in accordance with stipulations of EU Directive 2008/ 282 / EC and with approval of the European Food Safety Agency (EFSA).

Udvikling og test af HDPE produkter i post-consumed plast

Dette MUDP projekt havde til formål, at udvikle og teste tyndvæggede plastemballager i 100% post-consumed plast fra udtjente fiskenet. Projektdeltagerne var Schoeller Plast, Plastix, J. Myhre, Arla, Provice og Plastic Change.

Der blev i projektet fremstillet prototyper i tre forskellige forme til kasser i støbeplast og to forskellige forme til flasker i blæsestøbt plast. Det viste at det er muligt succesfuldt, at producere større plastapplikationer i støbeplast med 45% og i nogle tilfælde op til 60% HDPE OceanIX samt i 100% HDPP OceanIX. Blæsestøbte plastflasker kunne produceres i 100% HDPE OceanIX. For alle applikationer kunne materialesubstitutionen gennemføres uden at det gik ud over pris, produktion og kvalitet.

Ud over ressourceeffektiv udnyttelse af plastaffald, demonstrere de producerede prototyper en betydelig CO2 besparelse ved fremstilling af råvaren (pellets) og for produktion af applikationer (kasser og flasker) ved sammenligning med tilsvarende applikationer i virgin plast. CO2 besparelsen kan opnås, fordi det estimerede carbon footprint for produktion af OceanIX pellets er lavere end carbon footprint for produktion af virgin plastpellets.



Miljøstyrelsen
Tolderlundsvej 5
5000 Odense C

www.mst.dk