



Miljø- og
Ligestillingsministeriet
Miljøstyrelsen

NEW LOOP

Udvikling af mugpacificerings- enhed til cirkulært emballagesystem MUDP-projekt

MUDP Rapport

Juli 2025

Udgiver: Miljøstyrelsen

Redaktion:

Steffen Trzepacz (Norion)

Gitte Saabye Kjær (New Loop)

Anders Barsøe (New Loop)

Rikke Hjort Hansen (Teknologisk Institut)

ISBN: 978-87-7564-021-8

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.

Miljøteknologisk Udviklings- og Demonstrationsprogram

Projektet, som er beskrevet i denne rapport, er støttet af Miljøteknologisk Udviklings- og Demonstrationsprogram (MUDP) under Miljøministeriet, der støtter udvikling, test og demonstration af miljøteknologi.

MUDP investerer i udvikling af fremtidens miljøteknologi til gavn for klima og miljø i Danmark og globalt, samtidig med at dansk vækst og beskæftigelse styrkes. Programmet understøtter dels den bredere miljødagsorden, herunder rent vand, ren luft og sikker kemi, men understøtter også regeringens målsætninger inden for klima, biodiversitet og cirkulær økonomi.

Det er MUDP's bestyrelse, som beslutter, hvilke projekter der skal modtage tilskud. Bestyrelsen betjenes af MUDP-sekretariatet i Miljøstyrelsen.

MUDP-sekretariatet i Miljøstyrelsen
Tolderlundsvej 5, 5000 Odense | Tlf. +45 72 54 40 00

Mail: ecoinnovation@mst.dk
[MUDP's hjemmeside](#)

Denne slutrapport er godkendt af MUDP, men det er alene rapportens forfatter/projektlederen, som er ansvarlige for indholdet. Rapporten må citeres med kildeangivelse.

Indhold

1.	Indledning	5
1.1	Præsentation af konsortium og underleverandør	5
2.	Baggrund	7
3.	Projektets forløb	9
3.1	AP1: Udvikling af emballagecoating til sushibakker og andre varme fødevarer	9
3.2	AP2: Udvikling og test af mugpacificeringsenhed	10
3.3	AP3: Udvikling og demonstration af vaskeprocesser og mugfjernelse i vaskeprocessen	12
3.4	AP4: Skalering til yderligere fødevareemballager	16
3.5	AP5: Miljøvurdering	17
4.	Konklusion	20
5.	Anbefalinger	22
	Bilag 1.Kravspekifikation for mugpacificerings-enhed	23
	Bilag 2.Antagelser og specifikationer for New Loop CO₂- og affaldsberegner	26

1. Indledning

New Loop, ved Gitte Saabye Kjær har i perioden december 2021 til april 2024 gennemført projekt "Udvikling af mugpacificeringsenhed til cirkulært emballagesystem" støttet af Miljøteknologisk Udviklings- og Demonstrationsprogram (MUDP), som administreres af Miljøstyrelsen, i et konsortium bestående af Teknologisk Institut, Dansk Mobilopvask og HouseTest med administrativ konsulentbistand fra Norion Consult (tidl. PlanMiljø).

Projektets overordnede formål har været at nedbringe forbruget af engangsplastemballage markant ved at udvikle og demonstrere en del/enhed af et indsamlingsmodul til genbrugeligt takeaway emballage, som modvirker mugdannelse og dræber vira/bakterier på emballagen, hvilket pt. er den store udfordring i forhold til cirkulære løsninger på området for takeaway emballage. I projektet testes coating af emballage, der øger mulighederne for recirkulering af emballager, og der udvikles en prototype på en mugpacificeringsenhed, som kan anvendes i et indsamlingsmodul. Derudover testes et system for logistik, så emballagen kan indsamles og renses på en måde, hvor mug og eventuelle bakterier og vira kan elimineres. Netop dannelsen af mug er den altoverskyggende udfordring for eksisterende lukkede emballagesystemer som dem, der er implementeret for bl.a. ølkrus på festivaler. Dannelsen af mug medfører kassation af en del af emballagen i forbindelse med vaskeprocessen, da tilstedeværelsen af mug nedbryder plastmaterialet og dermed nedsætter antallet af recirkuleringer. Netop derfor er udviklingen af en mugpacificeringsenhed en vigtig brik i processen med at indføre et velfungerende pantsystem på engangsemballage.

Mugpacificeringsenheden vil gøre, at emballagen ikke nedbrydes og derfor kan genbruges igen og igen. Dermed forlænges emballagens liv væsentligt, hvilket dels er med til at forbedre reduktionsmulighederne i forhold til CO₂- og ressourceforbrug samt den overordnede forretningsmodel for pantsystemet, men også er med til at forbedre økonomien hos den enkelte takeaway virksomhed, der anvender pantsystemet. Der findes materialer såsom stål, hvor det er ganske let at vaske mug af, men for at leve op til både fødevarekrav, kvalitetskrav fra restaurationsbranchen, krav til en lav miljøpåvirkning samt et ønske om at kunne holde produktions- og pantpris nede, har konsortiet været nødsaget til at kigge i retning af billigere og mere fleksible materialer i form af plast. Derudover skal et materiale som plast ikke genbruges mange gange, før det har en positiv miljøpåvirkning i forhold til påvirkningen fra produktionen af materialet.

Projektkonsortiet har med dette projekt en ambition om at bidrage til en løsning på det forpligtende sektorsamarbejde for restaurationsbranchen, som Regeringen efterspørger i Klimaplan for en grøn affaldssektor og cirkulær økonomi. Projektet imødekommer desuden EU's krav om et udvidet producentansvar for takeaway virksomheder i 2025, hvilket er af stor værdi for takeaway industrien, da det vil gøre overholdelse af det kommende EU-krav langt lettere. Samtidigt vil det betyde, at de mindre takeaway virksomheder kan fokusere på deres kerneforretning. Virksomhederne vil desuden på sigt opleve lavere emballageomkostninger ved at bruge New Loops retursystem, da prisen på engangsemballage samlet forventes at stige væsentligt mere i pris end genbrugelige beholdere.

1.1 Præsentation af konsortium og underleverandør

New Loop blev stiftet i juni 2020 med ambitionen om at udvikle og etablere et forenet pantsystem til takeaway emballage. Et pantsystem, hvor takeaway emballagen har en pantværdi, og hvor panten udbetales digitalt ved returnering, hvorefter emballagen vaskes og returneres til takeaway leverandøren til endnu et loop. I dag tæller New Loops kunder både virksomheder,

events og restaurationsbranchen, som modtager genbrugeligt emballage, der afhentes, vaskes og anvendes igen. Virksomhedens kunder tæller blandt andre Roskilde Festival, DR, DAT, Nordisk Film, Milling Hotels, Klimafolkemødet, Meyers, Original Coffee, Dansk Erhverv m.fl.

Dansk Mobilopvask tilbyder en cirkulær løsning der løser kundernes behov for vask, tørring og pakning af plastkopper, kander, kasser og tilsvarende. Virksomhedens logistik dækker Danmark, helt ud til kunden, hvor der vaskes, tørres og pakkes til enten opbevaring på eget lagerhotel eller retur til kunden. Dansk Mobilopvask har været i branchen for takeaway i mange år og er eksperter på logistik og opvask. De har bl.a. flere års erfaring med opvask af genbrugelige ølkrus på festvaller. Herigennem har de fået indblik i udfordringerne med mug, emballagekvalitet efter kundens brug, genbrugsemballages styrker og svagheder samt materialevalg og design, hvilket er afgørende for udvikling af et pantsystem af fødevareemballage samt at få dette system implementeret i store danske cafeer og restauranter.

Housetest er specialister inden for opsporing af skimmelsvamp og har udviklet metoder til at opspore dette i bygninger. HouseTest blev stiftet i 2011 af forskere fra Syddansk Universitet med støtte fra Syddansk Teknologisk Innovation. Virksomheden har udviklet en qPCR-baseret analyse, der kan påvise skadelig skimmel- og bakterievækst i bygninger meget hurtigere og mere effektivt end konventionelle metoder. Under COVID-19 pandemien udvidede HouseTest sit forretningsområde til også at teste for SARS-CoV-2 virusset på overflader i bygninger, og til at evaluere effekten af forskellige desinficerende metoder på samme virus.

Teknologisk Institut udvikler, anvender og formidler forsknings- og teknologibaseret viden til dansk erhvervsliv. Således deltager Institutet i samfundsnyttige udviklingsprojekter i et tæt samarbejde med førende forsknings- og uddannelsesinstitutioner i både Danmark og i udlandet. Derudover gennemfører Teknologisk Institut rådgivnings- og standardiseringsaktiviteter, som bidrager til en dynamisk og harmonisk samfundsudvikling. Endeligt medvirker Institutet til at styrke den danske arbejdsstyrkes kompetencer i samarbejde med uddannelsesinstitutioner og gennem egen kursus-, certificerings- og foredragsvirksomhed. Teknologisk Institut har medvirket i projektet for at opnå ny viden og tilvejebringelse af integration af faglig ekspertise i mindre virksomheder indenfor et nyt segment – et pantsystem for takeaway emballage. Samtidigt vil de have lagt grundstenene til udviklingen af en mugpacificeringsenhed, der potentielt kan søges patent på.

Norion Consult (tidligere PlanMiljø) har gennem flere år arbejdet med cirkulær økonomi og besidder viden om og erfaring med, hvordan cirkulær økonomi realiseres og understøttes i praksis. Norion har blandt andet bred erfaring med miljøanalyser LCA'er, ligesom virksomheden også tidligere har faciliteret MUDP-projekter og bistået med projektledelse og generel administration.

2. Baggrund

Forbruget af takeaway er i eksplosiv vækst i Danmark og dermed også forbruget af engangsemballage, som maden og drikkevarerne opbevares i. Det øgede forbrug af engangsemballage er ikke kun et miljømæssigt problem, men også en stor udfordring for restauranter og cafeer, der sælger takeaway, da der per 1. oktober 2025 indføres et producentansvar i Danmark for miljømæssig håndtering af emballagen fra bl.a. takeaway-måltider og -drikkevarer, mens der allerede fra 1. januar 2025 indføres et oprydningsansvar på engangsplast. Dette sker i et forsøg på at mindske mængden af engangsemballage samt et forsøg på at sammenkæde produktionsfasen med affaldsfasen. Hvem der bliver ansvarlig for håndteringen af emballagen efter endt brug, afhænger af om der er tale om producentansvar på engangsplast eller emballage, men i nogle tilfælde vil det være de virksomheder, der benytter emballagen, herunder takeaway-udbydere. Derved lægges ansvaret over på restauratører og cafeer, som selv skal organisere og finansiere indsamling og genanvendelse af emballagen. Dette er en større logistisk udfordring, og det kan blive både omkostningstungt og besværligt for virksomhederne at implementere dette producentansvar.

I Danmark bliver der årligt bestilt mindst 19 millioner takeaway måltider online. Med en antagelse om, at der bruges 2-3 beholdere og låg pr. måltid, bliver der i Danmark samlet brugt 47 millioner engangsbeholdere på takeaway bestilt online. Samtidigt er markedet for takeaway voksende. På blot 10 år er omsætningen på takeaway i Danmark fordoblet fra 2 til 4 milliarder kroner. Emballagen fra takeaway ender oftest som forbrændingsaffald, hvilket medfører en betydelig udledning af CO₂, eller bliver i værste fald smidt i naturen, hvor de sammen med andre engangsplastprodukter og -emballager som sugerør og vatpinde tegner sig for cirka 70% af alt det strandaffald, der indsamles. For at mindske konsekvenserne af det store og stigende forbrug af takeaway emballage, lancerede den danske regering i 2020 en klimaplan med et mål om at reducere brugen af takeaway emballage produceret i plast med 50% i 2026. Det er denne målsætning, som dette MUDP-projekt har fokuseret på ved at reducere engangsplastforbruget fra takeaway emballage hos restauranter og serveringssteder med 50%. En sådan reduktion vil medføre betydelige CO₂-reduktioner. Alene hos New Loops tidligere partner, Letz Sushi, som anvender 1,5 millioner sushibakker om året, vil et cirkulært emballagesystem med en returprocent på bare 50% medføre en reduktion i virksomhedens CO₂-udledning på 46 tons om året.

Der findes andre initiativer, der har til hensigt at indsamle og genbruge eller genanvende engangsemballage, herunder Carlsberg, der har udviklet et genbrugelig ølkrus, der anvendes på bl.a. festivaler. Udfordringen for disse genbrugsinitiativer er dog, at overfladen på emballagen ofte ridses ude hos kunden eller som en del af den efterfølgende stabling og transport af emballage, hvorved mug fra fødevarerester kan sætte sig i disse ridser og nedbryde plastikken, så det ikke er muligt hverken at genanvende eller genbruge emballagen. Dette er f.eks. også årsagen til, at de fleste kakao- og juicebeholdere ikke indgår i Dansk Retursystems pantsystem. Mugforekomsten kan både ske ude hos kunden eller i den periode, hvor emballagen opbevares i returlogistiksystemet. I dette MUDP-projekt har der derfor været fokus på at udvikle en metode, hvor mugbakterier kan undgås eller bliver slået ihjel, så der ikke sker en nedbrydning af emballagen. I projektet er desuden blevet testet coating af emballage, der kan forebygge mug og dermed øge mulighederne for recirkulering af kaffekopper og sushiemballager.

MUDP-projektet adresserer politiske målsætninger ved at imødekomme ønsket om at mindske engangsemballage samt gøre det muligt og langt lettere for takeaway-virksomheder at leve op til producentansvaret uden at fjerne fokus fra deres kerneforretning. Det forventes, at takeaway virksomhederne vil kunne reducere deres udgifter til takeaway-emballage med op til

30% over en 5-årig periode ved at benytte New Loops retursystem frem for at bruge engangsemballage, som er standardpraksis i dag. Denne antagelse er bygget på en forventning om en kommende afgiftsstruktur for emballager, hvor cirkulære vil være pålagt den mindste afgift, mens engangsemballageer naturligt vil være pålagt en væsentligt højere afgift. Projektet vil derfor være værdifuldt for både bæredygtighedsagendaen, forbrugerne og takeaway-branchen.

Projektets overordnede formål har således været at udvikle og teste en teknologi, der kan forebygge mugdannelse og sikre den fødevaregodkendte emballage samt vask. På denne måde sikres muligheden for at genbruge emballagen så mange gange som muligt. Dette vil medføre, at forbruget af engangsplastemballage i forbindelse med takeaway nedbringes markant, og samtidigt styrkes konkurrencedygtigheden i danske restauranter og cafeer. Da udfordringerne med mug i takeaway-emballage gør sig gældende i hele verden, er der stort potentiale for at skalere og eksportere dette projekt – i første omgang til andre EU-lande, der som Danmark også omfattes af det kommende producentansvar fra 2025.

3. Projektets forløb

Projektet har bestået af følgende arbejdsplaner:

Arbejdsplan 1: Udvikling af emballagecoating til sushibakker og andre varme fødevarer

Arbejdsplan 2: Udvikling og test af mugpacificeringsenhed

Arbejdsplan 3: Udvikling og demonstration af vaskeprocesser og mugfjernelse i vaskeprocessen

Arbejdsplan 4: Skalering til yderligere fødevareremballager

Arbejdsplan 5: Projektledelse og miljøvurdering

3.1 AP1: Udvikling af emballagecoating til sushibakker og andre varme fødevarer

I projektet skulle der både anvendes en kop samt en sushibakke til at teste mugpacificeringsenheden. Forud for projektet var koppen allerede udviklet, mens sushibakken endnu ikke var færdigudviklet. Der blev dog tidligt i projektfasen færdigudviklet en prototype af sushibakken efter en række justeringer, som følge af feedback og tests på festivaler. Specifikationerne var, at den skulle være stabelbar, nem at samle og åbne samt have et transparent låg, så man kan se indholdet af bakken. Den første version blev dog udviklet med en forkert åbning og lukning. Derudover skulle bunden af sushibakken laves rufløst i overfladen for at undgå skæremærker og ridser. Selvom der er udarbejdet en velfungerende prototype, er der dog stadig et par mindre udfordringer med eksempler på farvning og lugt af fx hvidløg, som det ikke har været muligt for projektets partner, Dansk Mobilopvask, at vaske ud af emballagen efter brug.

Sushibakken er sideløbende med MUDP-projektet blevet testet med fin succes hos bl.a. LETZ Sushi og på Kulturhavn i København. Sushibakken er dog endt med at spille en sekundær rolle i MUDP-projektet, da markedet for brugen af sushibakker har vist sig at være noget mindre end forbruget af vaskbare kopper, som anvendes i mange forskellige brancher, såsom eventbranchen, sportsbranchen, hotelbranchen, rejsebranchen m.fl. Løses udfordringen med at få en høj returrate samt at genbruge flest mulige kopper, vil pantsystemet forholdsvis nemt kunne udvides til andre fødevareremballager som fx sushibakker. Forbrugerne er desuden vant til, at der er pant på drikkevarer (dåser og flasker), men er endnu ikke vænnet til pant på fødevareremballager. Derfor vil adfærden være sværere at ændre ved fødevareremballager, da der i højere grad er blevet lavet tests og forsøg med kopper, krus og salatskåle. Dette skyldes, at der sideløbende med MUDP-projektet har været en meget stor efterspørgsel på netop disse typer emballager hos New Loop, og det derfor har været oplagt at anvende disse til at indhente data og viden til brug for projektet.

Nogle samarbejdspartnere har udfordret New Loop på, om materialet på de vaskbare kopper, skåle og sushibakker overhovedet er det rigtige. Materialevalget af emballage vil altid være oppe til vurdering, da udviklingen på plastområdet konstant rykker sig, fx senest med ISCC-PLUS-materiale som er lavet af bl.a. brugt fritureolie. Førsteprioriteten har dog hele tiden været et materiale, der er fødevarergodkendt, vaskbart og holdbart, så emballagen kan genbruges så mange gange som muligt og stadig repræsentere høj kvalitet for forbrugeren. New Loop anvender i første omgang en kop bestående af en opskummet PP-plast teknologi, der er patenteret af New Loops samarbejdspartner Bocatech. Teknologien gør, at man skal bruge væsentligt mindre råmateriale til at producere en kop end ved almindelig produktion af en plastkop. Koppen har desuden termoeffekt, hvilket gør, at man fjerner brugen af sleeve, og derved allerede her mindsker miljøpåvirkningen. Koppen efterlever derudover fornævnte produktkrav,

og er derfor blevet valgt til at kunne testes og demonstreres i anvendelse hos forbrugerne i projektet.

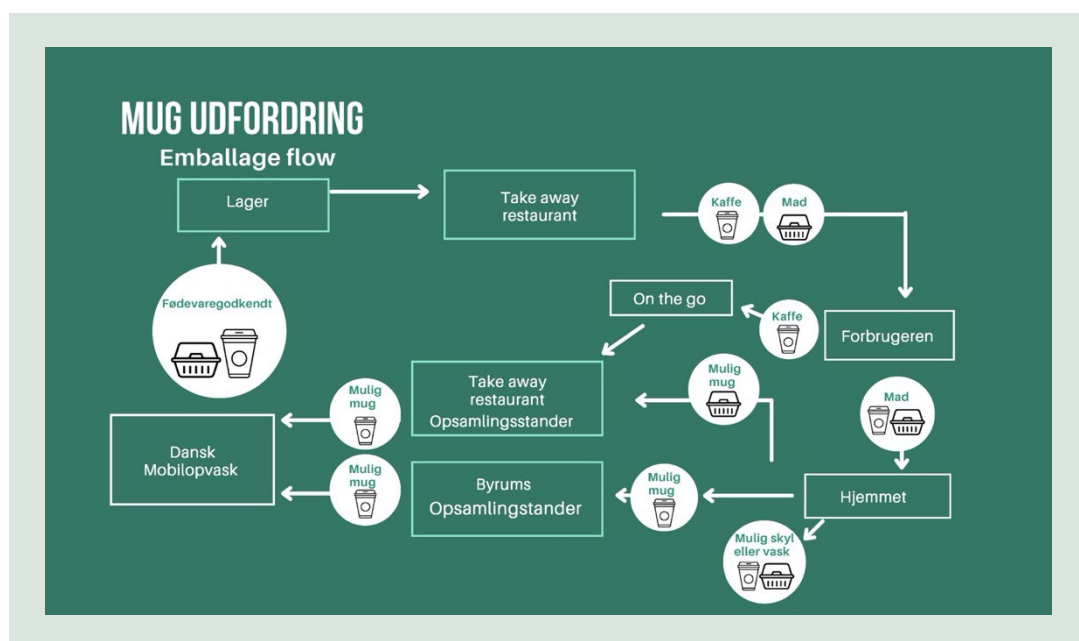
Ved projektets afslutning vides det endnu ikke, om det bliver nødvendigt at coate materialet, men det kan vise sig at være en forudsætning for at øge holdbarheden på sushibakkerne, så der ikke opstår slid som fx revner og sprækker i materialet, hvor mug har gode forudsætninger for at gemme sig. PP-plast er i sig selv et forholdsvis stærkt og holdbart materiale, især Boca-tech-teknologien, som New Loops emballager er lavet med, hvor PP-plasten blæses op med luft, hvilket giver materialet en hårdere overflade, og derfor er overfladen i forvejen stærk på New Loops emballager. Det er dog en overvejelse, om en silikoneoxid coating kunne øge plastens holdbarhed uden at kompromittere mulighederne for genanvendelse efter endt levetid.

Udviklingen af emballage til sushi (og andre fødevarer) fortsættes fremadrettet og forskellige coatings testes med jævne mellemrum. Ambitionen er at følge med udviklingen i plastindustrien og producere i et materiale, der er holdbart, ikke er for omkostningstungt, og som ikke har et stort miljøaftryk i produktionsfasen.

3.2 AP2: Udvikling og test af mugpacificeringsenhed

Mug/skimmelvækst i genbrugelig takeaway-emballage er en af de helt store udfordringer for en succesfuld implementering af et takeback system med genbrugelig emballage. Dette skyldes, at skimmelvæksten kan ødelægge emballagen, da vaskeprocessen i mange tilfælde ikke er tilstrækkelig til at fjerne skimmelvæksten, så emballagen kan genbruges.

Der findes på nuværende tidspunkt andre genanvendelsessystemer til takeaway emballage både i Danmark og udlandet, hvor nogle har fokus på helt at undgå mug ved at vælge et materiale til emballagen som stål, hvor mug let kan vaskes af, mens andre i lighed med dette projekt har fokus på bekæmpelse af mugsporerne, inden de spirer og bliver til mug. Nedenstående illustration viser emballage-flowet i New Loops pantsystem, inklusive de steder i værdikæden hvor der kan opstå udfordringer med mug.



FIGUR 1. Rejsen for emballagen igennem Pantsystemet.

Infrastrukturen spiller en afgørende rolle i forhold til at få emballagen retur, men selvom denne infrastruktur både gøres nem og tilgængelig for forbruger, kan man ikke forvente at få den

genbrugelige emballage retur indenfor 24 timer efter brug, hvilket vil være påkrævet, hvis man skal sikre sig mod mug. Ofte vil forbrugeren ikke gide besværet med at returnere emballagen med det samme, og det har derfor været vigtigt i projektet, at udvikle en løsning, hvor emballagen kan tåle, at der går op til fire dage, fra kunden får emballagen udleveret, til den bliver anvendt, afhentet af New Loop og til sidst bliver vasket af Dansk Mobilopvask – uden der opstår skadelig mug/skimmelvækst i emballagen.

Det blev i projektets indledende fase foreslået at anvende UV-lys til at hæmme skimmelvækst i de brugte og indsamlede takeaway emballage. Mange skimmelsporer kræver dog meget store doser af UV-lys for at blive inaktiveret, ligesom det er vanskeligt at belyse alle flader, da der kan være produktrester på emballagerne. Det blev derfor relativt hurtigt besluttet, at der skulle testes andre muligheder for at begrænse bakterier og skimmelvækst på emballagerne. Teknologisk Institut udarbejdede derefter en longlist, der blev skaleret ned til fem potentielle løsninger, der potentielt kunne pacificere mugsporene på emballagerne. Blandt de fem løsninger valgte konsortiet en løsning, der omfatter spray med den fødevarer godkendte sorbinsyre kaliumsorbat (E 202), som normalt anvendes til at undgå skimmelvækst på fødevarer. Det er derfor ganske ufarligt for mennesker at komme i kontakt med og/eller indtage.

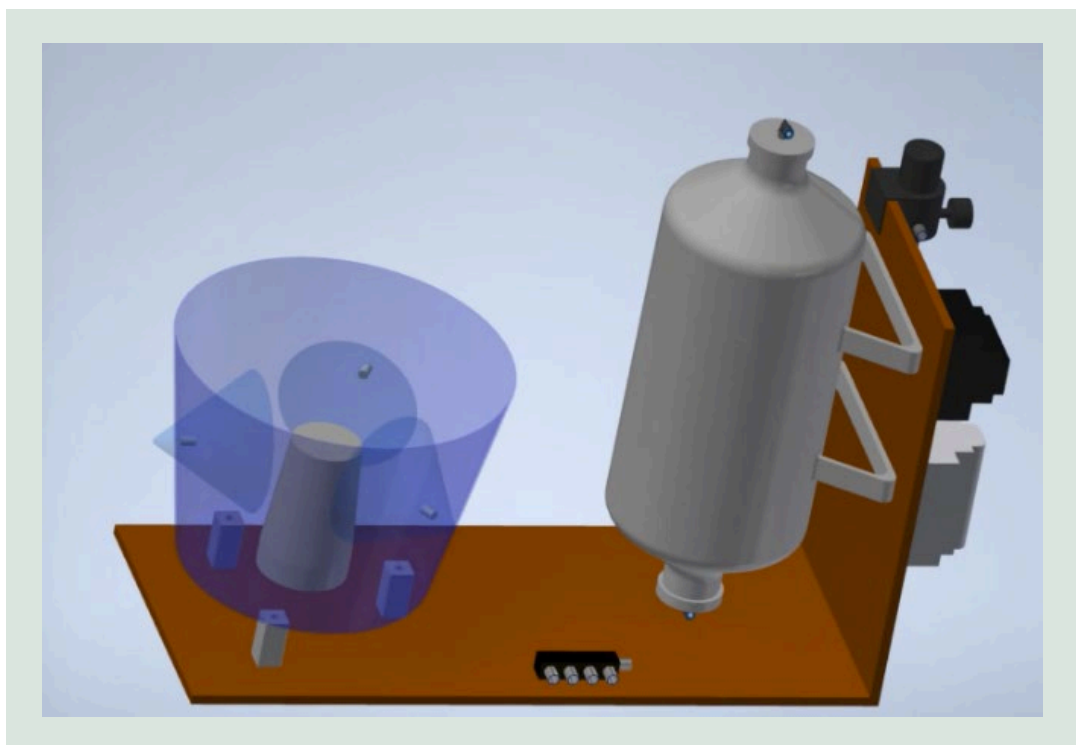


Test med kaliumsorbat på kopper i laboratoriet hos Teknologisk Institut.

Teknologisk Institut testede indledningsvis kaliumsorbats effekt på snavsede skåle ved at spraye de indkomne skåle med en luksusmodel af en blomsterforstøver med en koncentration af vand og kaliumsorbat (E202) i en blanding med henholdsvis 5% og 10%. Dette er gjort ved, at skålene har fået fire pust på ydersiden og fire pust indvendigt, så alle flader bliver våde. Der er ca. anvendt 5,6 gram opløsning per skål. Det viste sig, at der ingen forskel var på effekten i forhold til dannelse af mug ved en koncentration af henholdsvis 5% og 10%, så derfor gik man videre til at gennemføre forsøg med en blanding med 5%. Påføringen af kaliumsorbat skal gerne ske på hele overfladen af emballagen, hvilken er en udfordring ved stabling af emballager som fx kopper. Stabling er dog en forudsætning for New Loop for at minimere fragtomkostninger både CO₂-mæssigt og økonomisk.

Forsøgene har haft til formål at vise effekten af 5% kaliumsorbat i et repræsentativt miljø. Det er et vigtigt skridt i retning af udviklingen af en pantenhed til returnering af emballage udstyret med en mugpacificeringsenhed og vil give værdifulde data til at sammenligne effektiviteten af pacificering af skimmelvæksten i en nedkølet opbevaringsenhed. Det giver ligeledes mulighed

for demonstration og test af den nyudviklede prototype til mugpacificeringsenheden, som kan ses i nedenstående visualisering.



FIGUR 2. Visualisering af prototypen til en mugpacificeringsenhed, der sprayer opløsningen med 5% kaliumsorbat i et jævnt fordelt lag på den genbrugelige kop.

3.3 AP3: Udvikling og demonstration af vaskeprocesser og mugfjernelse i vaskeprocessen

For at teste mugpacificeringsenhedens effekt i et virkeligt miljø valgte konsortiet at teste opløsningens effekt på de genbrugskopper, som New Loop leverer til Roskilde Festival. Udover at forsøget skulle bidrage til videreudvikling af en returstander med en mugpacificerende enhed, skulle det også bidrage til en sammenligning med virkningen fra opbevaring af kopperne i kølevogn, som man hidtil har anvendt for at mindske mugdannelsen. En kølevogn bruger dog relativt store mængder energi, og det var derfor interessant at undersøge, hvorvidt denne metode kan erstattes.

Forsøget blev gennemført i forbindelse med Roskilde Festival 2023 i slutningen af juni måned. Roskilde Festival åbnede lørdag d. 24. juni, hvor kaffebarer på campingpladsen serverede kaffe i New Loop krus. Disse kunne afleveres i pladsens pantboder, og da festivalpladsen åbnede onsdag d. 28. juni, blev yderligere pantboder åbnet. Disse pantboder blev drevet af frivillige, der på forhånd var sat grundigt ind i retursystemet og hvordan kopperne skulle håndteres ift. at skulle stables, så de kunne afhentes med henblik på efterfølgende vask hos Dansk Mobilopvask.

Forud for testen på Roskilde Festival blev der udarbejdet to hypoteser:

- 1) Effekten af den opløsning med kaliumsorbat, som påføres af mugpacificeringsenheden, er minimum tilsvarende effekten ved køling og signifikant bedre, end hvis kopperne ikke får nogen form for behandling.
- 2) Visuel inspektion af rene kopper er tilstrækkelig i forhold til at vurdere, hvorvidt der er mug i kopperne eller ej.

Der blev indsamlet knap 600 kopper til brug for forsøget, hvoraf nogle blev sprayet og andre ikke blev. Disse kopper blev inddelt i tre batches, der efterfølgende blev opbevaret hos Teknologisk Institut i 6 uger, før de blev kørt til Dansk Mobilopvask for at blive vasket. Tidsperspektivet i forsøget er for at simulere, hvad der potentielt kan ske i et pantsystem, hvor der godt kan gå flere uger fra en emballage bliver brugt til den bliver returneret til vask. Efter vask blev kopperne sendt til Housetest for at blive testet for mug/skimmelsvamp.

De tre batches fordelte sig således:

- Batch 1) 200 kopper sprayet med kaliumsorbat. Kopperne blev opbevaret i tre lag plastikposer samlet i en åben affaldssæk, hvor der kunne komme luft ind. Affaldssækken har stået ved stuetemperatur i en kælder.
- Batch 2) 194 usprayed kopper på køl: Blev opbevaret lufttæt i tre lag plastikposer med knuder i et kølerum på ca. 5 grader.
- Batch 3) 199 usprayed kopper der opbevares i en åben affaldssæk med luft ved stuetemperatur.

Ved modtagelse af kopperne var der ingen synlig vækst af mug. Nogle kopper var uden synlige spor af fødevarer indvendigt, men havde muligvis fået påført udvendige rester fra den stablede emballage. Andet emballage indeholdt rester fra fødevarer, fx kakao, kaffe eller kopnudler.



Kopper modtaget fra Roskilde Festival.

Kopperne blev ved modtagelse hos Teknologisk Institut indført i den udviklede prototype af mugpacificeringsenheden, der består af en form for plastspand, hvor der er indsat dyser i side og bund, så de indførte kopper bliver sprayet med kaliumsorbat på alle sider, både ind- og udvendige flader. Prototypen er tilsluttet strøm og trykluft, og når den tændes, sprayeres der 1,7g opløsning med kaliumsorbat (svarende til 0,085g ren kaliumsorbat) på den indførte kop. Der sprayeres i 1,5 sekund ad gangen med 10 sekunders mellemrum fra 4 dyser, der er fordelt med tre på siden og en for neden, så enheden får dækket både yder- og inderside af koppen med opløsningen. Sprayen sørger for, at der dannes et så vidt muligt fint lag væske fordelt på hele koppen.



Den udviklede prototype af en mugpacificeringsenhed.

Efter de 6 ugers opbevaring blev både de sprayede og usprayede kopper sendt til Dansk Mobilopvask, hvor de gennemgik en visuel inspektion før vask. Generelt var der en del mug at spore på kopperne i alle tre batches. Kopperne, der havde været på køl, virkede alle meget fugtige og lugtede tydeligt jordslået og af mug. Blandt de sprayede kopper virkede nogle af dem udtørrede, men de fleste var stadig fugtige – især i bunden af kopperne, hvilket skyldes, at de har stået oprejst, og opløsningen dermed er løbet til bunden af koppen. Der var tydelige mugsporer på de fleste af kopperne både indvendigt og udvendigt. De kopper, der hverken var sprayet eller havde været på køl, virkede udtørrede, men havde stadig sorte mugpletter og i nogle tilfælde også fugtige kaffeskjolder. De virkede mere udtørrede end de to andre batches, hvilket giver mening, da de ikke har været tilført yderligere fugt.



Kopperne efter 6 uger med tydelige mugpletter.

Efter den visuelle inspektion vasker Dansk Mobilopvask alle tre batches med nyt vaskevand, hvilket vil sige, at maskinen kun kører kopperne uden andre emballager eller lignende i maskinen. Der tages prøver af vaskevandet både før og efter vask til efterfølgende analyse hos Husetest for at sikre renligheden samt doseringen af sæbe, afspænding mv.

Efter vask af kopperne gennemfører Dansk Mobilopvask endnu en visuel inspektion, hvor der kigges efter mug for at vurdere, om kopperne er blevet rene og dermed kan genbruges i endnu et loop eller de i stedet skal kasseres med henblik på genanvendelse. Generelt er der stadig meget mug på langt de fleste kopper efter vask både indvendigt og udvendigt. Der er nærmest dannet en slags hinde fra muggen på kopperne, som i de fleste tilfælde kan fjernes ved at tørre koppen af med en finger.

TABEL 1. Resultater af visuel inspektion efter vask.

Vask	Gruppe	Visuel inspektion	Antal	Procentvis	Til Husetest
1.	Køl	Rene	11	11 af 194 = 5,7%	11
		Mug	183	183 af 194 = 94,3%	10
2.	Kaliumsorbat	Rene	46	46 af 200 = 23%	46
		Mug	154	154 af 200 = 77%	10
4.	Intet	Rene	30	30 af 199 = 15%	30
		Mug	169	169 af 199 = 85%	10

Efterfølgende foretager Husetest qPCR-analyse (quantitative polymerase chain reaction) på de kopper, der er visuelt godkendt til genbrug, for at undersøge antal af skimmelsporer, som ikke kunne detekteres visuelt. Det er kun indersiden af emballagen, der kan blive testet grundet forsøgstekniske begrænsninger.

qPCR-analyse anvendes i dette projekt til at identificere og kvantificere skimmelsvampevækst på kopperne. Metoden udnytter, at alle organismer har DNA-sekvenser, der er unikke for arten. Ved at designe kunstige DNA-strenger, der specifikt binder til DNA fra de arter, man ønsker at identificere, kan man med stor præcision måle om de pågældende arter er til stede i en prøve og kvantificere hvor meget DNA, der er for hver art.

Til hver analyse udvælges på forhånd de arter, man ønsker at lede efter. Ud fra projektets tidligere forsøg på New Loop kopper med et panel på i alt 24 arter/grupper blev der til dette forsøg udvalgt et panel med 5 arter/grupper af skimmelsvampe, der blev vurderet mest sandsynlige, indeholdende de tre arter: *Aspergillus versicolor*, *Acremonium strictum*, *Cladosporium cladosporoides*, en gruppe med slægterne *Mucor* og *Rhizopus* samt en gruppe, der indeholder alle svampe arter (Universal fungi).

For at kunne analysere kopperne blev der tilsat 2 ml vaskebuffer i hver af de vaskede kopper, og indersiden af kopperne blev børstet med en lille flaskerenser i ét minut, hvorefter bufferen blev analyseret med qPCR. Analyserne viste meget høje niveauer af skimmelvækst i alle tre grupper af kopper. Det var således underordnet, om kopperne var sprayet med kaliumsorbat, opbevaret på køl eller ved stuetemperatur. Der var dog meget stor forskel i skimmelvæksten mellem kopperne inden for hver af de tre grupper, og dermed også mange kopper med niveauer, som formentlig må betragtes som rengjorte til et acceptabelt niveau, selvom der ikke er en fastdefineret grænse for, hvornår kopper er at betragte som rene. På grund af den store variation i mængden af skimmelsvamp i kopperne, kan analyserne ikke statistisk signifikant

viser, hvilken behandling/opbevaring der er den mest effektive. Dog viser resultaterne tydeligt, at opbevaring på køl er meget effektivt til at hæmme væksten af *A. versicolor* og *A. strictum*. Dette gælder dog ikke for de andre arter/grupper af skimmel, og derfor er det ikke ensbetydende med, at metoden med opbevaring på køl nødvendigvis er at foretrække.

Analyserne viste desuden, at mange af de kopper, som bestod den visuelle inspektion, alligevel havde høje niveauer af skimmelsvamp. Dette kan skyldes, at skimmelsvampe ofte er stort set farveløse, indtil de når et stadie, hvor de producerer sporer, og dermed er meget svære at se med det blotte øje. Resultaterne viser altså, at en visuel gennemgang alene, ikke er velegnet til at vurdere, om der stadig er skimmelmateriale i kopperne efter vask. Der var dog så meget skimmel i flere af de vaskede kopper, selv dem der var visuelt godkendt, at det dannede en synlig pellet, når vaskebufferen blev centrifugeret, for at adskille partikler fra bufferen. Det er dog værd at notere sig, at mug og skimmelniveauet ikke er repræsentativt for genbrugsemballager generelt, da emballagerne normalt vaskes inden for få døgn, og da Dansk Mobilopvask dagligt tager referenceprøver med svab, som analyseres for bl.a. mug og skimmel, men også rester af vaskemiddel og lignende for at dokumentere renhed.

Det er en udfordring for projektet, at der ikke findes nogle lovbestemte grænseværdier for, hvor meget skimmelsvamp, der må være tilbage i en emballage, samtidig med at man kan betegne denne som ren. I og med at skimmelsvamp ikke altid er synligt, må det derfor antages, at emballage og service på fx restauranter ofte også vil indeholde spor af skimmel, hvis man foretager en lignende analyse på disse. De samlede resultater af projektets forsøg taget i betragtning, virker det dog alligevel klart, at den renlighed som kaffekopperne opnår efter vask, foretaget efter 6 ugers mug- og skimmelopdyrkning, ikke er tilfredsstillende.

Kopperne på køl i en lufttæt plasticpose vurderes at være den dårligste opbevaringsmetode. Fugten har formentligt fået muggen til at vokse rigtig meget, selvom temperaturen er lav. Køl har en pacificerende effekt på mugvæksten, men det bør undersøges, hvor lang en tidsperiode køl har en pacificerende effekt på kopperne. I projektet kunne det i hvert fald konkluderes, at mugtilvæksten var meget stor efter 6 uger.

Forskellen mellem kopper, der har fået sprayet kaliumsorbat, og dem, som intet er gjort ved, er målbar. Ved spray med kaliumsorbat blev 23% af kopperne visuelt rene, og ved ingen behandling blev kun 15% visuelt rene. Dog kan man næppe entydigt konkludere, at kaliumsorbat er signifikant bedre. Det er et skuffende resultat at kun 23 % af kopperne blev visuelt rene ved spray af kaliumsorbat, da det var forventet, at flere kopper blev renere efter vask. Ligeledes var det skuffende, at de efterfølgende analyser viste, at mange af de kopper, der havde bestået den visuelle inspektion, alligevel havde høje niveauer af skimmelsvamp.

Forsøget viser desuden, at der ikke er en målbar effekt ved brug af kaliumsorbat ved qPCR-analyse. Desuden viser forsøget, at den visuelle inspektion af kopperne i forhold til renhed desværre ikke er tilstrækkelig i forhold til at sikre et lavt niveau af skimmelsvamp efter vask i ekstreme tilfælde som dette, og renligheden af kopperne efter vask er utilfredsstillende. Det er dog ikke entydigt at konkludere, hvorvidt mugpacificeringsenheden har en tilfredsstillende effekt, da emballagens materiale og overflade sandsynligvis har spillet en stor rolle i forhold til effekten.

3.4 AP4: Skalering til yderligere fødevareremballager

I projektet har der primært været fokus på kaffekopper, mens sushibakker og salatskåle har spillet mindre roller. Sideløbende er der dog blevet arbejdet på skalering af New Loops emballage til andre fødevarer. F.eks. er der arbejdet på at opdatere New Loops skåle med ruminddeling, så de også kan benyttes til kantiner, ligesom der også er udviklet kopper til soft drinks. Derudover kigges der på bokse til burgere, ligesom New Loop også i samarbejde med fastfoodkæden Dominos har udviklet en prototype af en genbrugelig pizzabakke. Prisen på

plast er dog noget højere end prisen på pap, som pizzabakker i dag produceres i, hvilket gør, at pantprisen på en genbrugelig pizzabakke vil være omkring 50 kr. per bakke, hvis det skal løbe rundt. Både Dominos og New Loop vurderer, at dette formentligt vil være en stopklods for forbrugeren, da pantprisen i så fald bliver for høj. Det er dog aftalt, at pizzabakken stadig er på bordet og tages op igen, når pantsystemet for de øvrige emballagetyper er velimplementeret og udrullet i større skala.

At implementere et pantsystem til takeaway emballage, hvor ikke alle genbrugelige emballagetyper findes, herunder forskellige størrelser af sushibakken, en lille kop til espresso osv., gør det vanskeligere at implementere genbrugelig emballage i et bredt omfang, da et ukomplet sortiment er med til at forvirre forbrugeren samt medarbejderne i restaurations- og cafebranchen, hvor den genbrugelige emballage anvendes. Der kan fx opstå tvivl om, hvilken emballage der skal returneres, og hvilken emballage der skal sorteres til plast- eller restaffald. Derved kan genbrugeligt emballage hurtigt ende i en affaldsstrøm frem for et genbrugsloop. For at skabe et fuldt funktionelt pantsystem skal New Loop derfor gerne kunne tilbyde en fuld palette af takeaway emballager.

Pantsystemet fungerer kun, hvis infrastrukturen fungerer, og emballagen er blot et element i denne infrastruktur. New Loops fokus er på at få hele flowet i infrastrukturen på plads, og når dette flow fungerer for kopperne, introducere andre typer emballage. Dette vil i første omgang være låg til kopperne, derefter skåle, sushibakker osv.

I forhold til samarbejdsmuligheder uden for Danmark kigges der i høj grad mod Tyskland, som er et marked vi ønsker at gå ind. New Loop har allerede en vigtig investor i Tyskland, og pant på takeaway emballage er pt. også mere udbredt i Tyskland end i Danmark. Udover Tyskland afsøges mulighederne for at udvide til de øvrige skandinaviske lande, da disse er nærliggende kultur- og infrastruktur-mæssigt. Bockatech, der står bag teknologien i New Loop kopperne, er baseret i Storbritannien, og de har et kæmpe netværk som vi også kigger ind i, herunder potentielle samarbejder med Starbucks og McDonalds.

Der er dog ikke i løbet af projektet blevet etableret nogle afgørende skridt eller samarbejder for at udvide til nye markeder udenfor Danmarks grænser, da dette har vist sig at være en smule præmaturlig i forhold til, hvor vores pantløsning er pt. Det er dog bestemt stadig en ambition fra New Loops side, at vores løsning ikke skal begrænses til det danske marked.

3.5 AP5: Miljøvurdering

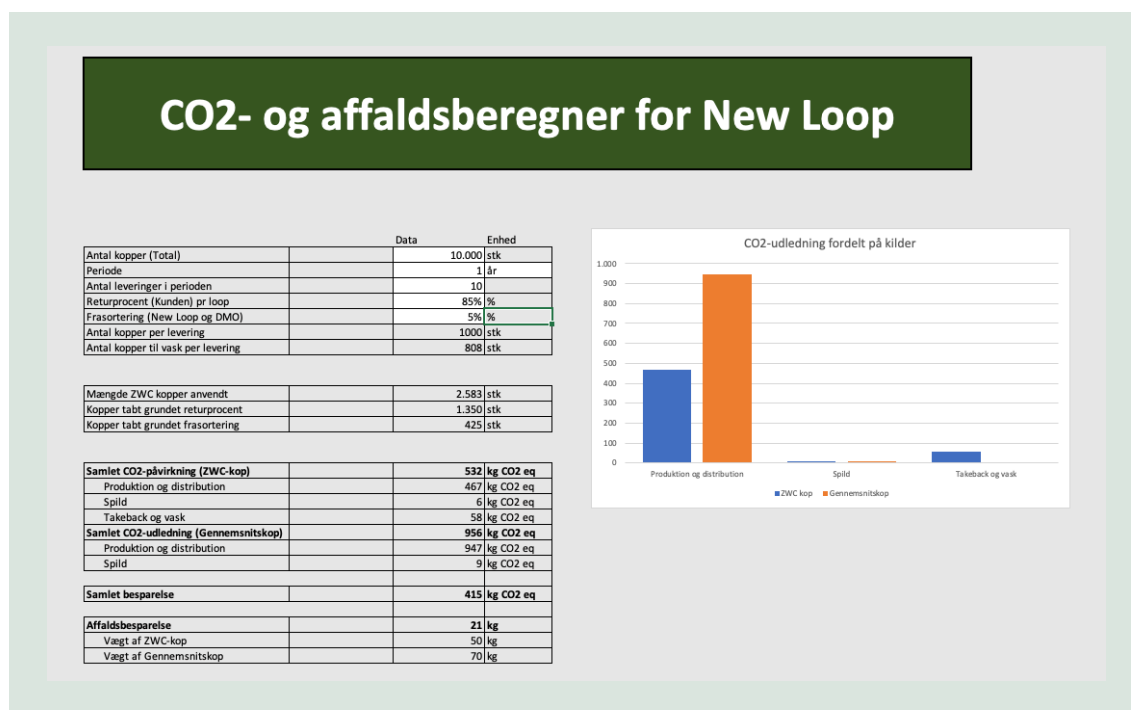
Som en impact startup er New Loop dybt engageret i at skabe en positiv effekt på CO₂-forbruget samt forsøge at minimere affald. Vi forstår, at vores kunder har brug for klare, letforståelige og ikke mindst korrekte data for at kunne træffe informerede valg om deres emballage- og affaldsløsninger, og derfor er det et vigtigt element i vores salgsstrategi at kunne give vores kunder konkret feedback på den effekt, deres valg af vores løsning har haft i forhold til klima og affald. Derfor er der i forbindelse med projektet blevet udarbejdet et værktøj til beregning af CO₂- og affaldspåvirkningen ved at bruge New Loops genbrugelige kopper frem for andre mere gængse typer kopper. Norion har udarbejdet værktøjet med udgangspunkt i data fra tidligere LCA-analyser af New Loops kopper. Disse data er indsamlet fra forskellige elementer i New Loops pantsystem, såsom vask, indsamlingsboks, transport og emballage. Selvom disse data er robuste og valideret gennem LCA i kraft af New Loops samarbejde med Bockatech-Ecocore, kan de være komplekse for kunder at forstå. Det er derfor afgørende, at dataene brydes ned i overskuelige og handlingsorienterede informationer, hvilket Norion har bidraget til med det udviklede beregningsværktøj.

Det udviklede beregningsværktøj sammenligner CO₂-påvirkningen af den funktion som New Loops kop opfylder versus den funktion, som en gennemsnitlig kop opfylder. Det betyder helt konkret, at hvis en kunde skal bruge 10.000 kopper over 10 leveringer, udregner beregneren,

hvor mange New Loop kopper der skal til for, at kunden kan modtage 10.000/10 kopper per levering. En levering og en afhentning hører sammen, med undtagelse af første levering og sidste afhentning. Det vil sige, at 10 leveringer indbefatter 10 leveringer af rene kopper samt 10 afhentninger af beskidte kopper. Hvis der antages et scenarie, hvor 80% af kopperne returneres til New Loop, og der er 5% spild ved frasortering, vil der i alt skulle bruges 2.600 New Loop-kopper. Hvis det i stedet var engangskopper, ville kunden skulle bruge 10.000 kopper, hvilket er, hvad beregneren sammenligner. Dette betyder også, at returprocent og frasorteringsprocent spiller en stor rolle for, hvor bæredygtigt retursystemet er. Hvis der er en lav returprocent, betyder det, at der skal tilføjes flere New Loop-kopper i systemet, og derfor bliver CO₂-udledningen højere.

Resultaterne af udregningerne bliver opgjort i besparet CO₂ eq. og affaldsbesparelse (kg). Hvis disse viser et negativt CO₂-tal, er der ingen besparelse ved brug af New Loop-koppen, men tværtimod en større klimapåvirkning. For New Loop-koppen er resultatet opdelt i tre faser: *Produktion og distribution*, *spild*, *takeback og vask*, mens det for en gennemsnitlig kop er opgjort i faserne *produktion og distribution* samt *spild*.

CO₂-beregneren er i dag et centralt værktøj i New Loops tilbudsprocesser, da den gør det muligt for kunderne at se den potentielle besparelse ved at skifte til New Loop-kopper, ligesom beregneren også kan føde data ind til kundernes ESG-rapportering. Gennem konkrete eksempler kan beregneren vise, hvordan en reduktion i frasorteringsprocenten eller en højere returrate hos en kunde kan have en betydelig positiv effekt på både CO₂-udledning og affaldsproduktion, hvilket ofte giver anledning til en adfærdssændring hos kunder.



FIGUR 3. Screenshot fra New Loops CO₂- og affaldsberegner.

Hvis en kunde har gennemført et event, sendes der altid efterfølgende en rapport om returrate samt CO₂- og affaldsbesparelser. Denne information kan deles med kundens slutkunder, hvilket synliggør effekten af deres valg om at returnere emballagen. Dette skaber ikke blot gennemsigtighed, men også et værdifuldt kommunikationsredskab for New Loops kunder. Tilba-

gemeldingerne fra kunder går desuden på, at også de enkeltpersoner, der bidrager til at returnere den genbrugelige emballage, oplever en glæde ved at bidrage til et dokumenteret genbrugsinitiativ.

Selvom der i projektet er blevet udviklet og ibrugtaget et vigtigt værktøj, slutter arbejdet med miljødokumentation ikke her, da New Loop har et ansvar for at forbedre værktøjet fremadrettet ved kontinuerligt at optimere CO₂-beregneren. Ligeledes kan der ved at indføre nye, bæredygtige råmaterialer som ISCCPLUS dokumenteres yderligere CO₂-besparelser og på denne måde bliver værktøjet også et redskab, som internt kan anvendes til at optimere New Loops forretningsmodels miljøperformance. Denne dynamik gør New Loop i stand til at tilpasse data og anbefalinger i takt med udviklingen af både egne produkter og markedet generelt. Korrekt og forståelig CO₂- og affaldsdata er således ikke bare et salgsredskab for New Loop, men en fundamental del af virksomhedens overordnede mission om at skabe en fremtid uden engangsemballage. Gennem klare data, praktiske beregninger og løbende feedback kan kunderne hjælpes med at træffe beslutninger, der ikke kun gavner deres forretning, men også det generelle miljø og de politisk bestemte målsætninger for klima og bæredygtighed.

4. Konklusion

Demonstrationen og afprøvningen af prototypen af mugpacificeringsenheden var vellykket, og sprayfordelingen på kopperne var tilfredsstillende. Derfor var konceptet med mugpacificeringsenheden overvejende en succes. At kun 23% af kopperne var rene efter at være blevet sprøjtet med kaliumsorbat og vasket 6 uger senere var dog skuffende. Det var forventet, at flere kopper ville have været rene efter vask.

Der bør dog tages højde for at kopperne har stået stakket i 6 uger, hvilket øger sandsynligheden for mugdannelse. På nuværende tidspunkt vaskes kopperne inden for 4 til 6 døgn, men der kunne være optimering at hente i at kunne forlænge holdbarheden på kopperne, inden de skal vaskes, for at kunne sikre den størst mulige ressourcebesparelse. Der bør derfor laves yderligere forsøg i forhold til, hvor længe kopperne kan stå inden vask i forhold til at opnå flest rene kopper, der kan indgå i et genbrugsloop, da en kassering af cirka $\frac{3}{4}$ af kopperne efter vask naturligvis ikke er rentabelt hverken i et økonomisk eller miljømæssigt perspektiv.

Det er oplagt at prøve at forhøje volumen af blandingen eller koncentrationen af kaliumsorbat, så der fx anvendes 10% kaliumsorbat opløsning i stedet for 5%, da en højere koncentration vil virke bedre og længere. I projektets indledning viste det sig, at en koncentration på henholdsvis 5% og 10% ingen nævneværdig forskel havde, men dette var testet på salatskåle og ikke på kopper, hvilket kan udgøre en signifikant forskel, da skålen har en anden udformning, måde at blive stablet på etc. Derfor skal der i princippet testet intensivt for at finde frem til den rette koncentration, samt volumen der påføres, hver gang der bliver udviklet en ny emballagetype for at sikre den rette effekt.

Det ses, at der stort set ingen mug er, når kafferester tørrer ind, da der skal være lidt fugt for at mug kan vokse. Til gengæld kan det vasketeknisk være en stor udfordring, når kafferesterne tørrer ind, da resterne dermed bliver sværere at vaske af. Her kunne det afprøves at vaske med større mekanisk effekt som fx højtryksrensning.

Projektets forsøg fra Roskilde Festival viste desuden, at køling ikke har en gavnlig effekt over en længere periode som 6 uger. Hvis kopperne havde stået i kortere tid, kunne det formentligt have haft en god effekt, hvilket er mere repræsentativt for, hvordan processen sker i dag – dog uden køl. I den ideelle verden vil et byrumsscenario være mere ressourceeffektivt med en mere fleksibel returlogistik. Muggens vækstfase er eksponentiel, så i et stykke tid kan mugvæksten standses ved køling, men på et tidspunkt vokser der meget mug alligevel. Det anbefales at undersøge, i hvor lang tid kølingen har en mughæmmende effekt. Det bør dog ligeledes undersøges, om køling kan svare sig i forhold til den miljømæssige belastning fra energiforbruget, der bruges ved køling.

På baggrund af projektet er konsortiet blevet bekræftet i, at et velfungerende pantsystem til takeaway emballage ikke alene kan afhænge af opsamlingsbeholdere i det offentlige rum, hvor emballagen kan risikere at opholde sig i beskidt tilstand i længere tid før afhentning. New Loop har derfor tilpasset forretningsmodellen til at inkludere logistiksamarbejder, der giver mulighed for rentabilitet i forhold til høj frekvens af tømninger i enten lukkede loops, semiåbne loops og åbne byrum. Lukkede loops er til større virksomheder, som ikke har mulighed for vaske kopper op og derfor i dag bruger engangskopper, skåle og bakker til medarbejderne. Her betaler medarbejderen ikke for panten, men emballagen er en returemballage. Semiåbne loops er events, konferencer og forlystelsesparker, hvor kunden betaler pant på emballage, men har muligheden for at forlade området med emballage og derved forlænge tiden fra em-

ballagen kommer til opvask. Åbne byrum skal både indeholde opsamlingsbeholdere, indleveringsautomater med pantudbetaling i cafeer og restauranter samt food delivery services, fx Wolt, Just Eat osv.

Projektet har desværre ikke givet de forventede afgørende resultater i forhold til en ultimativ løsning på returnering af genbrugelig emballage i byrum. Projektet har til gengæld givet indsigt i yderligere undersøgelser af effekter og forhold omkring skimmelsvampens pacificering, som er værd at arbejde videre med.

5. anbefalinger

Arbejdet med MUDP-projektet *Mugpacificeringsenheden* har været komplekst, idet det er foregået parallelt med opbygningen af infrastrukturen til det samlede pantsystem. Undervejs er vi stødt på en række uforudsete udfordringer, som har nødvendiggjort justeringer og gentænkning af løsninger. En central problematik har været at definere, hvornår en emballage anses for at være tilstrækkeligt ren til genbrug, og hvordan denne renhed måles. Det har rejst spørgsmål som: Hvor rent er fx en kaffekop, vasket i en industrivaskemaskine på en café, sammenlignet med testresultater fra laboratorier som Husetest?

Derudover har det været vanskeligt at få entydig klarhed over de fødevaregodkendte krav til genbrugsemballage. Processen har dog givet værdifulde erfaringer, som er anvendt til at optimere pantsystemet – herunder forbedringer af emballagens overfladedesign, logistikken i indsamlingssystemet samt metoder til at sikre hurtig returnering og vask af emballagen, med henblik på at minimere risikoen for skimmel.

Selvom det ikke lykkedes at udvikle den mest optimale prototype af *Mugpacificeringsenheden* i denne projektfase, står det klart, at dette er et vigtigt udviklingsmål, vi vil arbejde videre med i forbindelse med fremtidige udvidelser af pantsystemet for at sikre miljøgevinsten optimeres løbende.

På baggrund af det gennemførte MUDP-projekt kan følgende anbefalinger gives:

- Mugpacificeringsenheden som en fungerende funktionel model kan med succes bruges til at fordele kaliumsorbat på en kop. Koncentrationen af kaliumsorbat bør dog være højere end den i projektet anvendte på 5%, og skal formentligt op på en 10% opløsning for at være fuldt effektiv i forhold til at hæmme væksten af mug i den tid, der er mellem indsamling og vask af emballagen.
- Der bør gennemføres yderligere forsøg, hvor tidsperioden for mugdannelse sættes i korrelation med andelen af kopper som kasseres pga. mug. Dette kunne være både for kopper på køl, kopper der er blevet mugpacificeret, og kopper der ikke har gennemført nogen former for behandling efter brug.
- Det bør undersøges, i hvor lang tid kølingen har en mughæmmende effekt. Det bør dog ligeledes undersøges, om køling kan svare sig i forhold til den miljømæssige belastning fra energiforbruget.
- Der bør fra politisk side udarbejdes fødevareretningslinjer for, hvad der kan defineres som rent. Der mangler fx retningslinjer for, hvornår en emballage, der skal indgå i et pantsystem, er ren nok til at kunne genbruges. Der findes fx heller ikke retningslinjer for, hvornår en keramisk kop i en cafe eller en tallerken i en restaurant kan defineres som rene. Projektet har vist, at en visuel inspektion ikke nødvendigvis er dækkende, da der stadig kan findes adskillige usynlige spor af skimmelsvamp selv efter en grundig maskinvask.

Bilag 1. Kravspecifikation for mugpacificerings-enhed

TABEL 2. Krav for imødekommelse af behov til Pantautomaten/opsamlingsbeholderen.

Kategori	Krav SKAL kunne	Kriterie BØR kunne:	Kommentar
Indsætning af emballage	Indsætte New Loops kaffekopper med dimensioner på hhv.		
	145 x 90,6 x 90,6 mm 115 x 90,6 x 90,6 mm 100 x 80,6 x 80,6 mm		
		Indsætte, opbevare og stable andre emballagetyper, såsom sushibakker, skåle og låg	
		Sikre mod fremmede objekter	Fremmede objekter kan være af forskellig karakter, og derfor svært at definere. Kan specificeres i fremtidig iteration.
	Indgangen til at placere emballagen skal have en funktion til forebyggelse mod, at brugeren får lemmer i klemme eller sidder fast		
	Indgangen til emballagen skal tydeligt markere korrekt positionering af emballagen		Til at sikre korrekt sprøjtning og evt. stabling
Påføre mugpacificerende middel	Dække inder- og yderside af emballage med min. 2g Kaliumsorbatopløsning (E-202) 5 %		
	4 bars tryk		For optimal spredning af opløsningen på koppen
	Mugpacificeringsenheden skal have en funktion at undgå at brugeren kommer i kontakt med K-sorbat under sprøjtning.		NFPA 704 (fire diamond) 

	Returstanderen skal have et intuitivt user-interface med tydelig vejledning om proceduren	Bør have feed-backmekanisme, der visuelt eller auditivt udtrykker til brugeren, når proceduren er fuldført korrekt	Kan kombineres med pantudløsning. Skal helst ske automatisk, hos leverandør eller vaskepartner. Vælges automatisk løsning med trigger via sensor, kan der ses bort fra dette punkt
User inter-face		Returstanderens trigger skal placeres i en højde mellem 100 og 120 cm fra jorden og være nemt tilgængelig	<i>Vælges automatisk løsning med trigger via sensor, kan der ses bort fra dette punkt</i>
		Returstanderen skal have en tydelig trigger (Håndtag, knap eller lign.), så brugerne kan aktivere sprøjtningen	
	Sortere og opbevare emballage efter aflevering		
Opbevaring af emballage	Stable emballage		<i>Når rester af drikke- og fødevarer begynder at tørre ud på emballagerne, vil der være gode betingelser for vækst af skimmel, som ved lav vandaktivitet vil udkonkurrere bakterier</i>
	Sikre at brugeren ikke kan udtage emballage efter aflevering		
	Udtage emballage i stabilet form		
Tømning af emballage	Opfylde arbejdsmiljøkrav ift. løft, træk og skub jf. Arbejdstilsynets At-vejledning D.3.1		Ved tømning skal der anvendes egnede handsker
	Kaliumsorbitopløsningen skal opbevares frostfrit		<i>K-sorbit opløsningen er en vandig opløsning, så den skal opbevares frostfrit.</i>
Opbevaring af kaliumsorbitopløsning	(Genop)fylde opløsningen i beholder		
	Mugpacificeringsenheden og/eller tilhørende returstander skal have beholder eller andet område til at opfange rest af K-sorbit efter sprøjtning.		
Opbevaring af rest af opløsningen efter sprøjtning	Tømme rest af opløsning efter sprøjt	Have dræn	Ved tømning skal der anvendes egnede handsker
		Opbevaringsbeholderen skal isoleres fra frost	<i>K-sorbit opløsningen er en vandig opløsning, så den skal opbevares frostfrit.</i>

	Have adgang til strøm-kilde	
Adgang til strømkilde	Kunne udstå temperaturer mellem -10 og 35 grader Celcius	
Udendørs placering	Være beskyttet for regn; IPX3	IPX4 hvis der forventes udvendig rengøring med vandstråler
Kunne fastnagles		

Bilag 2. Antagelser og specifikationer for New Loop CO₂- og affaldsberegner

Antagelse for genanvendelsesscenariet:

Specifikationer, herunder CO₂-estimerne, for ZWC-kopper er medtaget på basis af de udleverede LCA-beregninger fra LCA-centre.

- ZWC-kopper genbruges mindst 1 gang.
- Det antages, at der ved genanvendelse af ZWC-kopper anvendes følgende Loop-scenarie: System No.1 - Closed-Loop (ISO 18603:2013) i hvilket koppen er en del af en indsamling, genopretning og omfordelingssystem. Genbrugssystemet vil være baseret på en specifik vaskeproces hos Bekerwasstraat BV¹. Det antages, at denne proces er sammenlignelig med den vaskeproces, der sker hos Dansk Mobilopvask.
- Transportemissioner, herunder både ved produktion og genanvendelsesscenarier, er i matrixen medtaget på basis af repræsentative ruter præsenteret i LCA-beregningerne².
- "Spild" i form af kopper, som enten forsvinder eller ikke kan genbruges, og derved bliver kasseret, antages at ende i forbrænding i form af restaffald/dagrenovation, og beregnes derfor i CO₂-besparelserne med en standard emissionsfaktor på 0,13 CO₂ eq pr. kg³.
- Det antages, at en ZWC-kop skal genbruges i indsamlingsloopet 2,35 gange, før der er en positiv klimaeffekt sammenlignet med den gennemsnitlige engangskop. Dette er dog i et scenarie, hvor der ikke er spild af ZWC-kopper.

Antagelser for engangskop:

Specifikationer for engangskopper er baseret på tidligere LCA-materiale⁴.

- Tal for den gennemsnitlige engangskop er baseret på tal fra tidligere LCA-materiale samt egne gennemsnitsberegninger på de opgivne engangskopper i LCA-materialet⁵.
- EOL-scenarie: Restaffald til forbrænding (beregnet med samme standard emissionsfaktor som genbrugskopper). Det skal dog noteres, at kopperne højst sandsynligt har forskellige kompositioner og derfor i praksis vil have forskellige emissionsforhold ved EOL.

¹ Jf. ZWC - LCA Centre - GWP CED Water Impacts – s. 15

² Jf. ZWC - LCA Centre - GWP CED Water Impacts – s. 15

³ Jf. Klimakompasset – Forbrænding af dagrenovation - Beregnet fra: EXIOBASE v3.3.16b2 (2020), og Kortlægning af sammensætningen af dagrenovation og kildesorteret organisk affald fra husholdninger (Miljøstyrelsen, 2017)

⁴ Jf. ZWC - LCA Centre - GWP CED Water Impacts – s. 21

⁵ Jf. ZWC - LCA Centre - GWP CED Water Impacts – s. 21

Specifikationer på matrix funktioner:

Affaldsbesparelse i kg beregnes ved:

(Total mængde af kopper anvendt Estimeret vægt pr. gns. engangskop) - (Forventet spild af ZWC-kopper*Vægt pr. ZWC-kop)*

CO₂-effekt af forventet spild af ZWC-kopper beregnes ved:

*(Forventet spild (Antal ZWC-kopper) * Vægt pr. kop (kg) pr. ZWC-kop) * Standard emissionsfaktor pr. kg for dagrenovation ved forbrænding*

Samlet klimamæssig påvirkning af ZWC-kopper (Kg. CO₂ eq.) beregnes ved:

*((Total mængde af kopper anvendt + Forventet spild) * ((Udledning pr. første anvendelsesgang pr. ZWC kop/ Genanvendelsesgange pr. ZWC-kop) + Kg. CO₂ eq pr. loop pr. kop)) + CO₂ effekt af forventet spild ved ZWC-kopper*

Samlet CO₂-besparelse ved anvendelse af ZWC vs. Gns. engangskop (Kg CO₂ eq.) beregnes ved:

*(Udledning (Kg af CO₂ eq pr. første anvendelsesgang pr. kop) for gns. Engangskop*Mængde af kopper anvendt total) - Samlet klimamæssig påvirkning (Kg. CO₂ eq.)*

NEW LOOP

Projektets formål er at nedbringe forbruget af engangsplastemballager ved at udvikle og demonstrere et indsamlingsmodul til genbrugeligt take-away emballage, som modvirker mug og vira/bakterier på emballagen. I projektet testes coating af emballage og der udvikles en prototype på en mugpacificeringsenhed, som kan anvendes i et indsamlingsmodul.

Projektet har frembragt mange gode indsigter. Konsortiet blev bekræftet i at håndtering af mug og bakterievækst er væsentligt for at få en velfungerende og rentabel tilbagetagningsordning. Dette omfatter logistiksamarbejder med mulighed for høj frekvens af tømninger i enten lukkede loops, semiåbne loops og åbne byrum. Projektet har derudover givet indsigt i yderligere undersøgelser af effekter og forhold omkring skimmelsvampens pacificering, som er værd at arbejde videre med.

Projektets partnere er New Loop, Dansk mobilopvask, House test og Teknologisk Institut.



Miljøstyrelsen
Tolderlundsvej 5
5000 Odense C

www.mst.dk