



TEKNOLOGISK
INSTITUT

PIEM PowerPack i em-udsug

Slutrapport

Titel:

PIEM PowerPack i em-udsug - Slutrapport

Elforsk projektnr.: 349-056

Udarbejdet af:

Teknologisk Institut
Køle- og Varmepumpeteknik
Gregersensvej 2
2630 Taastrup

I samarbejde med:

Biotech Innovation ApS
Bouet Møllevej 10
9400 Nørresundby

HJE Ventilation
Præstefælledvej 12
2770 Kastrup

Anlægsværten
(anonym efter eget ønske)

December 2018

Forfatter:

Christian Heerup, Teknologisk Institut

Indholdsfortegnelse

| | |
|--|----|
| 1. Projektresumé og konklusion | 3 |
| 2. Indledning | 6 |
| 3. Projektets formål..... | 7 |
| 4. Projektets gennemførelse og resultater | 7 |
| 5. Om virkningsprincip..... | 9 |
| 6. Perspektivering og udnyttelse af resultater | 10 |
| 7. Bilag | 11 |

1. Projektresumé og konklusion

Dansk

Projektet 'PIEM PowerPack i em-udsug' er støttet af Elforsk under projektnr. 349-056.

Projektpartneren Biotech Innovation har udviklet en ny teknologi – en såkaldt Power Pack (PP) – der har mange anvendelser, og en af dem er at reducere aflejringen af fedt i em-udsug. Der er stor interesse for at finde effektive teknologier, der kan løse problemet med fedt i ventilationsanlæg i køkkener i hotel- og restaurationsbranchen – bl.a. på grund af de store serviceomkostninger, der er forbundet med mekanisk fjernelse af fedt med henblik på at minimere brandrisikoen.

Projektet har vist, at der efter montering af PP ikke har været behov for at foretage en egentlig rensning, men blot for at skifte filtre og rengøre bundbakken overfladisk. Der er således sparet udgifter til at rengøre anlæg og kanalsystem. Det har ikke været muligt at dokumentere potentialet for at spare energi.

En PP kan beskrives som en katalysator, der uden brug af elektricitet eller mekaniske dele har indvirkning på substanser – i dette tilfælde på nedbrydning af fedt i forbindelse med vanddamp. Selve funktionsprincippet af en PP er ikke fuldt forstået, men en vigtig parameter er, at den fungerer uden tilførsel af energi.

I dette projekt er funktionsprincippet ved PP ikke blevet dokumenteret – der er udelukkende kigget på PP's virkning. Dog har rapportens forfatter fremsat en arbejdshypotese for virkningsprincippet – blandt andet for at indkredse indsatsområderne for fremtidige arbejder.

Følgende aktiviteter er gennemført i projektet:

1. Partikelmåling:

Indledningsvis blev mængde og sammensætning af partikelstørrelse i køkken og udsug målt for at kunne vurdere muligheden for at kategorisere effekten af PP på disse parametre. Det blev dog hurtigt konstateret, at det er vanskeligt at fastlægge en reference for målingerne. Det forventes, at mængde og størrelse af de udsugede partikler bliver påvirket af PP, hvilket bør undersøges separat under kontrollerede laboratorieforhold.

2. Visuelle inspektioner og ventilationstekniske målinger:

Anlægget er løbende blevet inspiceret, og trykfald og luftmængde er blevet bestemt. På grund af variationer i driftsparametrene er målingerne ikke tilstrækkeligt nøjagtige til, at ændringer i energiforbruget har kunnet bestemmes.

3. Analyse af fedtaflejringer:

Analyser peger på, at PP medvirker til en katalytisk nedbrydning af fedtpartiklerne fra køkkenet, og at processen har sværere ved at nedbryde tungere bestanddele, hvilket i visse tilfælde kan give en rest i form af et hvidligt pulver.

4. Elektromagnetiske målinger:

Det har ikke været muligt med en screening af de elektromagnetiske egenskaber at fastslå, hvilke funktionelle elementer der kunne være i spil for at forklare PP's funktion.

Producenter af anlæg er begyndt at integrere PP-teknologien i deres produkter, men projektet har dog vist, at der er behov for en bedre forståelse af teknologien, således at teknologien kan målrettes, designes og dimensioneres til forskellige applikationer. Hidtil har der i meget høj grad været tale om en empirisk fremgangsmåde, som kan blive væsentligt styrket – blandt andet ved at udvikle målemetoder til at bestemme effekten af PP. Der forestår således et betydeligt arbejde med at kortlægge, beskrive og kvantificere de forskellige effekter, som teknologien har.

English

The project 'PowerPack in fume hood exhausts' is funded by Elforsk and has the project no. 349-056.

The project partner Biotech Innovation has developed a new technology – a so-called Power Pack (PP) which has many applications. One of them is to reduce the accumulation of grease in fume hood exhaust systems. There is a great interest in finding efficient technologies that can solve the problem of grease in ventilation systems in industrial kitchens, among other reasons due to the high costs associated with mechanical removal of grease to minimize fire risk.

The project has shown that after the installation of the PP it has not been necessary to carry out the regular cleaning of the ducting system, but only to change filters and clean the bottom tray superficially in the air handling unit. Therefore, the costs for cleaning have been saved. It has not been possible to document the energy saving potential.

A PP can be described as a catalyst which, without the use of electricity or mechanical parts, influences substances – in this case the degradation of grease in connection with water vapor.

How the PP works is not fully understood, but an important parameter is that it operates without the supply of energy.

In this project, it has not been documented how the PP works. Only the effects of using a PP have been studied. However, the author of the present report has presented a hypothesis for the working principle – among other reasons to identify the focus areas for the future work.

The following activities have been carried out in the project:

1. Measurement of particles:

Initially, the amount and the composition of the particle size in the kitchen and in the exhaust were measured in order to assess the possibility of categorizing the effect of the PP on these parameters. However, it soon became clear that it is difficult to determine a reference for the measurements. It is expected that the amount and the size of the extracted particles will be affected by the PP and that this should be investigated separately in controlled laboratory conditions.

2. Visual inspection and technical ventilation measurements:

The plant has been inspected regularly, and the pressure drops and airflows have

been measured. Due to variations in the operating parameters, the measurements are not sufficiently accurate to estimate savings in the energy consumption.

3. Analysis of the deposits of grease:

Analysis indicate that the PP contributes to a catalytic decomposition of the grease particles from the kitchen, and that it is more difficult to break down heavier components which, in some cases, leave a residue in the form of a whitish powder.

4. Electromagnetic measurements:

A screening of the electromagnetic properties has not made it possible to determine which functional elements are involved in the function of the PP.

Manufacturers of equipment have begun to integrate the PP technology into their products. However, the project has shown that there is a need for a better understanding of the technology. This would enable the technology to be targeted, designed and dimensioned for different applications. So far, largely there has been an empirical approach that can be significantly strengthened, e.g. by developing measuring methods to determine the effect of the PP. Therefore, there is an important work to be done to map, describe and quantify the various effects of the technology.

2. Indledning

En ny teknologi, der er udviklet af Biotech Innovation, er introduceret til at reducere afsætningen af fedt i em-udsug. Der er – af flere årsager – stor interesse for effektive teknologier, der kan løse dette problem. Den vigtigste årsag er serviceomkostninger til mekanisk fjernelse af fedt for at minimere brandrisikoen (non energy benefit, NEB), men der er også andre positive afledte fordele som fx energibesparelser og muligheden for at varmegenvinde på afkastluften.



Foto af Power Pack med monteringsbøjle monteret med stålwire til peritrakt (DNA-Helix).

For flere fotos, se bilag.

Kernen i teknikken er en Power Pack (PP), se foto, som enklest kan beskrives som en katalysator, der uden brug af elektricitet eller mekaniske dele har indvirkning på stoffer – i dette tilfælde nedbrydning af fedt i forbindelse med vanddamp, som er hovedbestanddelene af em i afkastluften fra et køkken. Selve funktionsprincippet af PP er ikke fuldt forstået, men en vigtig parameter er, at den fungerer uden tilførsel af energi. I dette projekt dokumenteres funktionsprincippet ikke, men udelukkende virkningerne.

Anlægsværten har siden eftersommeren 2015 kørt forsøg med PP med meget lovende resultater i forbindelse med em-udsug på en restaurant. Der er her monteret en PP ved frituregryden, i emhætten og i ventilationsaggregatet på taget. Anlægget er førhen ca. fire gange om året blevet inspiceret med kamera og rensset for fedt for at sikre, at brandfaren blev holdt i skak. Efter montering af PP er anlægget jævnligt blevet inspiceret, men der har ikke været behov for rensning. Producenten anbefaler, at anlægget renses grundigt inden montering af PP, og dette har vist sig at være et godt råd. På det aktuelle anlæg er der kanalføringer, som er meget vanskeligt tilgængelige, og rensning blev derfor ikke udført disse steder. Efter ca. 10 måneders drift holdt anlægget op med at fungere. Det viste sig, at gammelt fedt i kanalerne havde løsnet sig og i store mængder havde sat sig i filtre og andre komponenter. Filtrene var så tunge af fedt, at to mand vanskeligt kunne håndtere dem. Det vurderes, at der blev fjernet ca. to ton fedt manuelt fra anlægget. Dette betyder, at PP – ud over at forebygge nye aflejringer af fedt – også ser ud til at løsne eksisterende belægninger. Anlægsværten vil installere teknologien i flere restauranter i løbet af de kommende år. Projektet har fulgt to anlæg for at dokumentere potentialet for reduktion af fedtafsætning og for de afledte energibesparelser.

3. Projektets formål

Formålet med projektet er at dokumentere en lovende teknologi ved at kvantificere evnen til at reducere mængden af fedtafsætninger i em-udsug og betydningen af mindre afsætning af fedt for energiforbruget til drift af ventilator samt øget effektivitet af varmegenvinding.

4. Projektets gennemførelse og resultater

Før projekts igangsættelse havde anlægsværten udvalgt et egnet anlæg, som skulle forsynes med PP. Derudover blev det besluttet at følge et andet anlæg, som tidligere var blevet monteret med teknologien.

Nedennævnte arbejder på anlægget er yderligere beskrevet i bilag:

Partikelmåling

Indledningsvist blev mængde og sammensætning af partikelstørrelse målt for at vurdere muligheden for at kategorisere effekten af PP på disse parametre (se bilag 1). Vi konkluderede imidlertid, at variationen i partikelsammensætningen i form af størrelse og mængde afhænger meget af, hvilken type tilberedning der foretages i køkkenet. Det betyder, at det næsten er umuligt in situ at fastlægge en reference for målingerne. Hertil kommer, at det tilgængelige målegrej ikke er egnet til permanent måling i eksempelvis en udvalgt kanals-trækning. På baggrund af projektets overordnede resultater forventes det, at mængde og størrelse af de udsugede partikler bliver påvirket af PP, og dette forhold bør derfor undersøges separat under kontrollerede laboratorieforhold.

Visuelle inspektioner og ventilationstekniske målinger

Ventilationsanlæggene hos anlægsværten bliver jævnligt tjekket med videodokumentation med hensyn til tilsmudsningsgrad og dokumentation efter rengøring. På det undersøgte anlæg var rengøringshyppigheden tidligere ca. en gang om året. Ved projektets start blev anlægget rensat. To år efter monteringen af PP i anlægget har det endnu ikke været nødvendigt at foretage en egentlig rensning, men blot at skifte filtre og eventuelt at rengøre bundbakken overfladisk. På et tidspunkt i projektet kunne vi konstatere, at det så ud som om, at fedtafsætningen var steget. Producenten blev kontaktet, og der viste sig at være en fejl på udstyret. Efter fejlen blev rettet, faldt fedtafsætningen til det tidligere niveau.

På baggrund af de betydelige mængder fedt, der kan sætte sig på og i komponenterne i et em-udsug i perioden op til en rensning, var forventningen ved projektets start, at der kan spares op til 30 % på energiforbruget i form af el og varme ved at reducere afsætningen af fedt. Det viste sig imidlertid, at det valgte anlæg, hvor vi havde mulighed for at måle, havde nogle driftsvilkår, som gjorde det vanskeligt at måle med tilstrækkelig nøjagtighed til at bestemme muligheden for besparelser i el og varme.

Det er især nedenstående forhold, som påvirker målingerne af luftmængden:

- Anlægget styres manuelt på en drejeknap i køkkenet. Herved styres ventilatorernes hastighed. Det var helt tilfældigt, hvordan knappen var indstillet, når vi kom for at måle. Nogle dage kørte anlægget 100 %, selvom der ingen bemanding var i køk-

kenet. Andre dage stod anlægget stille før egentlig produktionsstart (om formiddagen). Før hver måling var proceduren derfor, at anlægget via drejeknappen blev justeret til maksimal hastighed.

- Luftmængden i anlægget bliver – ud over indstillingen af drejeknappen – også påvirket af luftindtaget, som er placeret i en lyskasse under gadeniveau. Her var der ofte mange blade og "luftbåret affald" i form af forskellig emballage, som delvist blokerer en rist i luftindtaget.
- Endelig viste det sig, at en meget væsentlig del af trykfaldet i anlægget skyldes akkumulering af fedt i filtrene i aggregatet på afkastsiden. Da intervallerne har vist sig at være meget varierende for filterskift, har dette betydelig indflydelse på målingerne.

Se bilag 2 for yderligere beskrivelse af målinger og tendenskurver.

Analyse af fedtaflejringer

Et af de indlysende spørgsmål, man må stille sig, når man bliver præsenteret for denne hidtil ukendte teknik, er: Hvor bliver fedtet af? Hvis den afsatte fedtmængde reduceres, og køkkenets funktioner i øvrigt er de samme, vil den fedtmængde, der kommer fra køkkenet, jo være uændret. Vi kunne konstatere, at der ved luftafkastet på de undersøgte anlæg ikke var fedtaflejringer på omgivelserne, så det er ikke her, at fedtet havner. På et af de anlæg, som havde haft PP monteret i et par år før projektets start, var den olieagtige substans, som fedtaflejringerne udgør, nogle steder erstattet af et hvidligt pulver. Selvom dette pulver ikke er konstateret på alle anlæg, fik vi den tanke at undersøge, om pulveret kunne have samme oprindelse som det øvrige fedt, ved at sammenligne det med olielignende aflejringer.

Sammenlignende analyser viser, at prøverne med olie og pulver begge består af organisk materiale – primært med indhold af forskellige fedtsyrer (GC/MS gaskromografisk analyse med massespektroskopi). Ved opvarmning af prøvematerialet viser det sig, at pulveret har en større fordampningsrest end olien (TGA termogravimetrisk analyse). Analyserne er vedlagt som henholdsvis bilag 3 og 4.

Dette tyder på, at pulver og olie er forskellige stadier i den samme proces. Der kan derfor være tale om, at PP medvirker til en katalytisk nedbrydning af fedtpartiklerne fra køkkenet, og at processen har sværere ved at nedbryde tungere bestanddele, hvilket i visse tilfælde kan give en rest i form af pulver.

Det skal i øvrigt bemærkes, at der er rapporteret et lignende hvidt pulver på udsuget, hvor afkastluften er blevet behandlet med ozon. Vi har ikke undersøgt, om dette pulver er identisk med det, som vi har fundet, men producenten af PP oplyser, at det i en anden forbindelse er konstateret, at PP nedbryder ozon, og at ozon derfor ikke forventes at indgå i nedbrydningsprocessen af fedtet, når der anvendes PP.

Elektromagnetiske målinger

Det har ikke været muligt med en screening af de elektromagnetiske egenskaber at fastslå, hvilke funktionelle elementer der kunne være i spil for at forklare PP's funktion. Det kan blot konstateres, at det ikke ser ud til at være elektromagnetiske svingninger i området fra DC til 4 GHz, der kan forklare effekten. Se beskrivelse af de udførte målinger i bilag 5.

Det kan ikke udelukkes, at der er tale om svingninger med en meget højere frekvens omkring det infrarøde frekvensspektrum. Det var imidlertid ikke muligt at måle dette med det tilgængelige udstyr. Der er derfor behov for yderligere arbejde på området.

5. Om virkningsprincip

Det er meget lidt, man kan sige med sikkerhed om, hvordan PP virker. Det er vanskeligt at måle effekten direkte. Alle erfaringer er baseret på observationer, hvor der ses en forskel i en proces eller tilstand med og uden PP. I de fleste tilfælde er vand involveret – enten som vanddamp i luft eller som frit vand.

Producentens erfaringer

PP's funktion er betinget af det særlige vand, som befinder sig i den, og som af producenten kaldes kernevandet. Kernevandet fremstilles af producenten efter en metode, som ikke er offentligt tilgængelig. Hvis kernevandet bliver skiftet ud med almindeligt vand, forsvinder effekten af PP. Det er påvist af producenten, at vand i omgivelserne bliver påvirket af PP med en effekt, så det får egenskaber, der ligner dem, som EZ-vand har (se nedenfor), og en del af egenskaberne kan måske forklares ved denne effekt. Det er erfaret eksperimentelt af producenten, at når en antennelignende konstruktion (peritrakt, DNA-helix) monteres til PP, øges evnen til at påvirke et større volumen af luft i et rum eller i et kanalsystem. Peritrakten er snoet en kvart omgang, hvilket øger den rumlige effekt i modsætning den plane udgave, der er retningsbestemt. Virkningerne af højre- og venstresnoede peritrakter er forskellige. Ifølge producentens forsøg og erfaringer er dette samt dimensionerne på åbningerne i peritrakten afgørende for effekten, som blandt andet består i:

- Nedbrydning af fedt i em-udsug.
- Reduktion af lugtgener, som blandt andet også er blevet beskrevet i forbindelse med fedtbrønde og gylletanke.
- Udjævning af temperaturforskelle i et luftvolumen. Dette er blandt andet observeret i køle- og frostrum, i tørrerum samt i ovne.
- Eliminering af statisk elektricitet.

Det skal bemærkes, at dette kun er et udvalg af de virkninger, der er rapporteret, da det vil føre for vidt her at forsøge at give en fuldstændig afrapportering. For flere brugererfaringer med PP, se bilag 6 og 7.

Relevant forskning

Forskning publiceret af Gerald Pollack fra University of Washington og som er beskrevet i hans bog "The Fourth Phase of Water" påviser, at der findes en struktur af vand, som har nogle karakteristiske egenskaber, som adskiller sig fra almindeligt vand. Dette vand kalder han EZ-vand på grund af vandstrukturen, som har en højere tæthed end almindeligt vand og derfor udskiller eller fortrænger partikler og opløste stoffer. EZ-betegnelsen kommer af denne egenskab; Exclusion Zone. EZ-vand optræder i grænselaget til hydrofile materialer og er derfor til stede mange steder, hvor det hidtil har været upåagtet. Strukturen af EZ-vand betyder, at selvom udgangspunktet er almindeligt vand, bevirker strukturen, at det støkiometriske forhold ændres fra H_2O til H_3O_2 . Herved frigøres protoner H^+ , som kan fungere som ladningsbærere eller danne frit brint (H_2) ved at samle ladninger op fra omgivelserne. Pollack har påvist, at EZ-vand har den egenskab, at det kan omsætte energi fra

omgivelserne – særligt i form af infrarød stråling, som leverer energi til opbygning af strukturen. EZ-vand kan således tænkes at fungere som en slags energibuffer mellem forskellige energiformer som infrarød stråling og statisk elektricitet i det miljø, som det befinder sig i.

Pollacks arbejder støttes af andet arbejde inden for faststoffysikken, hvor vands molekylære struktur afviger fra det forventede. Eksempelvis at vand i væskeform har en to-fase struktur¹, at ortho- og para-vand har forskellige egenskaber², og at grænselaget for vand nær en overflade er tykkere end forventet, bestemt ved en lavere værdi for den dielektriske konstant³. Alle eksempler på, at kvantemekaniske effekter har afgørende betydning for vands fysiske og kemiske egenskaber, som derfor ikke kan modelleres tilstrækkeligt godt med termodynamiske modeller.

¹Science 22 Dec 2017: Maxima in the thermodynamic response and correlation functions of deeply supercooled water. Kyung Hwan Kim et.al.

²Nature Communications. 2018 May 29; Observation of different reactivities of para and ortho-water towards trapped diazenylium ions. Kilaj A et.al.

³Science. 2018 Jun 22; Anomalously low dielectric constant of confined water. Fumagalli L et.al.

Hypotese

Hypotesen er alene fremsat af forfatteren og er en foreløbig arbejdshypotese, som er tænkt som inspiration til det videre arbejde.

Dimensionerne på åbningerne i peritrukten indikerer, at frekvensen ligger i det infrarøde område. Der kan være tale om cirkulært polariseret elektromagnetisk stråling. Hvis kernevandet i PP svinger kohærent i det infrarøde område, kan svingningerne via peritrukten transmittere de kohærente svingninger til vand i omgivelserne – primært i luften. Vandindholdet i luften – enten i form af vanddamp eller som partikler – kan således blive påvirket og helt eller delvist blive omdannet til H₃O₂-struktur. Herved bliver brintioner frigjort, som dels kan påvirke ladede partikler i luften og dels virke som katalysator, når det re-kombinerer til brint. Brint (H₂) tilhører gruppen af metaller i det periodiske system og kan ligesom andre metaller katalytisk fremme kemiske processer. Endvidere kan de kohærente svingninger af vandet (i form af damp eller partikler) inden for det infrarøde område bidrage til at udveksle energi inden for et volumen. Disse forhold kan være en del af forklaringen for flere af de observerede effekter, eksempelvis fedtet der bliver nedbrudt i em-udsuet.

Der forestår et stort arbejde med at designe testopstillinger og gennemføre målinger for at be- eller afkræfte, om det er disse eller andre effekter, der betinger virkningen. I alle tilfælde må det forventes, at der skal anvendes kvantemekaniske modeller, der involverer vands indre energitilstande, for at forklare effekten.

6. Perspektivering og udnyttelse af resultater

PP-teknologien anvendes i stigende omfang i landbruget, industrien og i institutioner. For de fleste anvendelser er de begrundet i forbedret kvalitet og i besparelser – som i dette projekt, hvor der spares udgifter til rengøring af anlæg, og hvor der potentielt kan spares

energi. Potentialet er stort, og producenter af anlæg er begyndt at integrere PP-teknologien i deres produkter.

En bedre forståelse af teknologien vil imidlertid kunne give endnu bedre mulighed for at målrette, designe og dimensionere til de forskellige applikationer. Hidtil er der i meget høj grad tale om en empirisk fremgangsmåde, som vil kunne blive væsentligt styrket – blandt andet ved at udvikle målemetoder til at bestemme effekten af PP.

Der forestår således et betydeligt arbejde med at kortlægge, beskrive og kvantificere de forskellige effekter, som teknologien har. Det er vores anbefaling, at der indgås tværfaglige forskningsprojekter – både med hensyn til at undersøge forskellige applikationer samt at udrede virkningssammenhænge i grundforskningsregi.

7. Bilag

Bilag 1. PIEM Partikelmåling v2

Bilag 2. PIEM Måling ventilationsanlæg v1

Bilag 3. 775417_TI_GCMS screening

Bilag 4. 775471_TI_TGA

Bilag 5. 118-23760 Undersøgelse af Biotech-I Power Pack

Bilag 6. Erfaringer med aktiveret vand i danske virksomheder

Bilag 7. Erfaringer med aktiveret vand Overblik

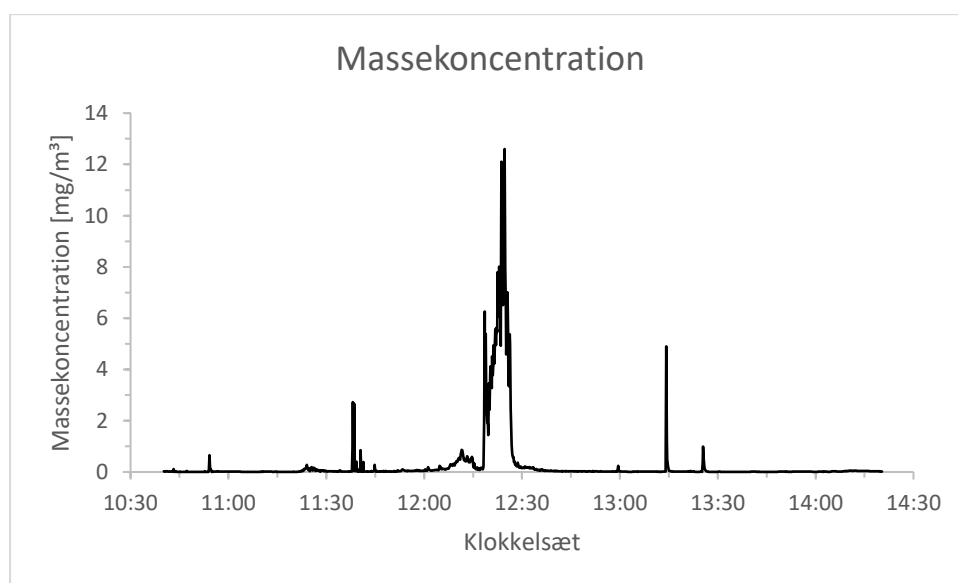
PIEM Partikelmåling hos anlægsvært



Figur 1: Installering af målestudse af HJE Ventilation til brug for isættelse af måleslanger og -prober til måling af partikelniveauer. Installeringen sker i emfanget umiddelbart over kogeplade og grill i restaurantkøkken.

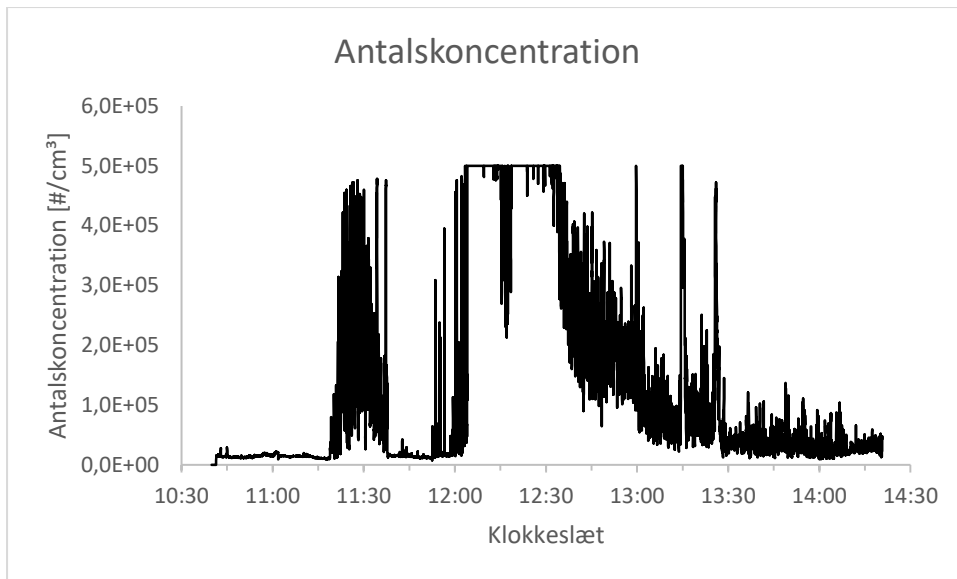
Tabel 1: Tabellen summerer klokkeslæt og hændelser, der er registreret under målekampagnen.

| Klokkeslæt | Aktion |
|------------|---|
| 10:39 | DustTrak Baggrundsmåling i køkken (DustTrak) |
| 10:41 | Baggrundsmåling i køkken (P-Trak) |
| 10:59 | Slange + probe på DustTrak, sug i kanal/emfang |
| 11:01 | Slange + probe på P-Trak, sug i kanal/emfang |
| 11:15 | Grill tændt |
| 11:30 | HJE ventilation isætter studse |
| 11:40 | HJE færdig |
| 12:04 | Instrumenter isat nye studser. P går i mætning |
| 12:14 | Ventilation skruet op, efter at have været skruet ned under installering af studser |
| 12:18 | Stegning af bøf |
| 12:45 | lav aktivitet i køkken. Skræller rodfrugter. Koger suppe |
| 13:40 | koger suppe, lav aktivitet. |
| 14:12 | Meget lav aktivitet i køkken |
| 14:44 | Måling stoppet |



Figur 2: Måling af massekoncentration ("vægten" af "store" partikler målt med DustTrak). Arbejdstilsynets grænseværdiliste¹ giver, at 'totalstøv' ikke må overstige 10 mg/m³.

¹ <https://arbejdstilsynet.dk/da/regler/at-vejledninger/g/c-0-1-graensevaerdi-for-stoffer-og-mat>



Figur 3: Antalskoncentration af ultrafine partikler målt med P-Trak. Instrumentet går i mætning ved 500.000 partikler/cm³, hvilket tydeligt ses i tidsrummet 12:04-12:33 samt enkelte andre peaks.

Tabel 2: Tabellen summerer værdier fra partikelmåling af massekoncentration og antalskoncentration. *Instrumentet har en øvre målegrænse på 500.000, dvs. den reelle værdi er højere. Dette vil også influere på den gennemsnitlige udregnede værdi for hele perioden, som også reelt vil være højere.

| | Massekoncentration [mg/m ³] | Antalskoncentration [# / cm ³] |
|-----------------------------|---|--|
| Maksimum målt | 12,6 | 500.000* |
| Gennemsnit over hele måling | 0,26 | 136.313* |

/PBBP



TEKNOLOGISK
INSTITUT

I forbindelse med PIEM-projektet

Notat

Tendenser på baggrund af målinger
foretaget på ventilationsanlæg for
em-udsug monteret med PowerPack

Efterår 2018

Titel:
PIEM

Udarbejdet i forbindelse med:
PSO-projektet: PIEM

Udarbejdet af:
Teknologisk Institut
Køle- og Varmepumpeteknik
Gregersensvej 2
2630 Taastrup

December 2018

Forfatter: Lasse Trankjær og Peter Svendsen

1 Introduktion

Ventilationsanlægget for et em-udsug til betjening af et køkken er blevet forsynet med en såkaldt Power Pack installation (PP), som har til formål at eliminere eller reducere behovet for rengøring af anlæg. Projektet har fulgt anlægget i en 2 års periode.

En egentlig rengøring af anlægget er ikke blevet foretaget siden januar 2017, men i forbindelse med filterskift er bundbakken overfladisk blevet rengjort. Forud for monteringen af PP er dette anlæg blevet rengjort mindst en gang årligt af hensyn til at reducere brandfaren ved fedtaflejringerne.

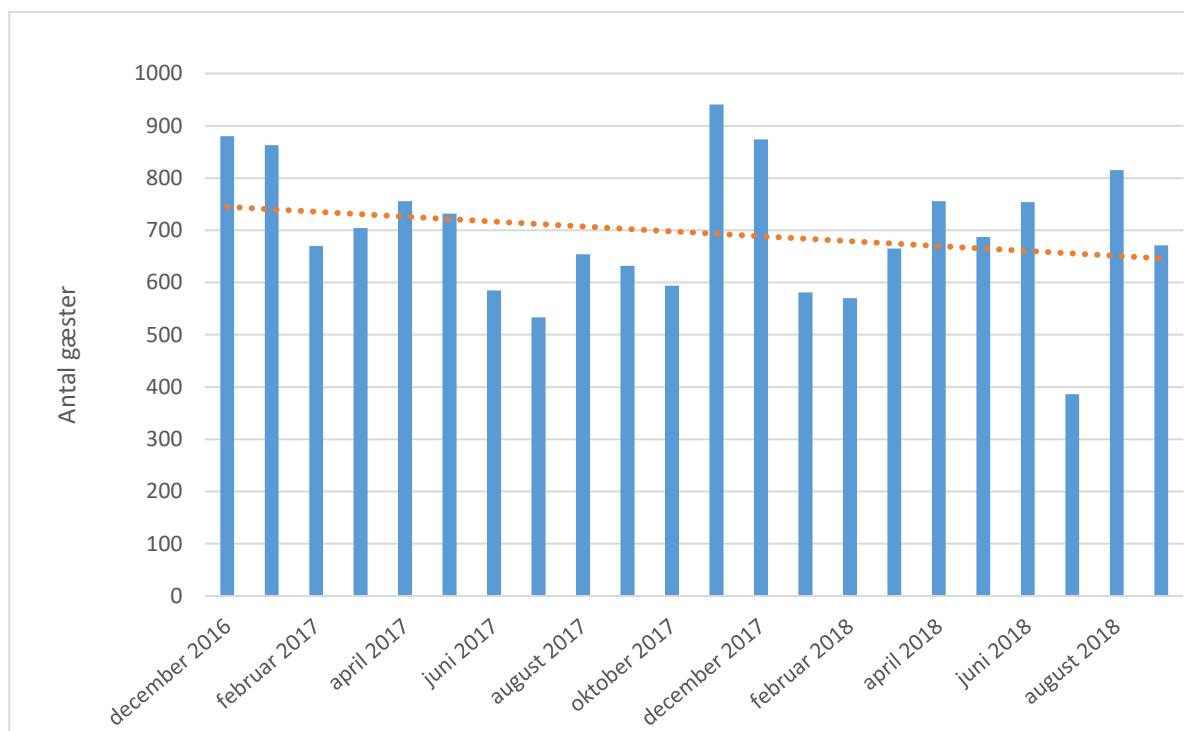
Målingerne er foretaget med håndholdte kalibrerede TSI-manometre. Volumenstrømmen er beregnet ud fra lufthastighedsmålinger i indtag- og afkastkanalerne. Der har været foretaget kontrolmålinger af volumenstrømmen i afkastkanaler ved at beregne volumenstrømmen ud fra trykket i en målebøjning. Ventilationsanlægget er fra producenten Exhausto og er modeltype VEX170. Anlægget er med krydsvarmeveksler, køle- og varmefflade. Ved alle besøg var de to ventilatorer indstillet til at køre ved 50 Hz.

Projektets anlægsvært har beredvilligt stillet installationer for em-udsug fra køkkener til rådighed for projektet, men ønsker ikke at blive nævnt ved navn. Undersøgelserne beskrevet i dette dokument vedrører Anlæg 2, men projektet har også inddraget erfaringer fra en tidligere installation Anlæg 1, men dette er ikke beskrevet i dette notat.

2 Brug af køkkenet

I forbindelse med projektet har der været foretaget interview med køkkenpersonalet for at spore eventuelle ændringer i driften af køkkenet, der kunne have betydning for resultaterne. På Figur 1 ses antallet af spisende gæster i restauranten for den periode, hvor der har været målinger på ventilationsanlægget. Antallet har været meget stabilt gennem forløbet. I juli 2018 var restauranten lukket i to uger, hvilket forklarer faldet i antal kunder. Åbningstiderne har været uændret i perioden, og køkkenpersonalet har mødt ind og tændt ventilationsanlægget, der har kørt i ca. 13 timer dagligt i seks dage om ugen. Filtrene i emhætten bliver taget ned og vasket en gang om ugen.

Restauranten er en bøfrestaurant, og menuen har ikke ændret sig betydeligt i perioden. Mængden af fedt og snavs, som køkkenet har udskilt løbende, matcher dermed antallet af gæster. Fra starten af maj 2017 til januar 2018 og igen fra oktober 2018 og frem har køkkenet også anvendt en trækulsgrill til stegning.



Figur 1: Antal spisende gæster i restauranten i perioden december 2016 til september 2018.

3 Ventilationsanlæg

3.1 Servicerapporter

Der er udleveret servicerapporter fra HJE-ventilation for de serviceeftersyn, der er foretaget før og under projektet. I Tabel 3.1 ses en oversigt over, hvornår der har været udført serviceeftersyn på ventilationsanlægget. Det oplyses, at der ved eftersynet ikke foretages nogen målinger på anlægget – som fx tryktab over filter eller flow. Filterskiftet er altså udelukkende med udgangspunkt i et fast interval, som ser ud til at være halvårligt. Dette interval er uændret, efter at power-packen er installeret.

| Serviceeftersyn | Filterskiftinterval | Anlægsrensning | Øvrig service |
|-----------------|---------------------|----------------|---------------|
| Nov. 2015 | X | X | |
| Feb. 2016 | X | X | |
| Maj 2016 | | | |
| Sep. 2016 | | | X |
| Mar. 2017 | X | | |
| Okt. 2017 | X | X | |
| Okt. 2017 | X | | X |
| Nov. 2017 | X | | X |
| Mar. 2018 | X | | X |
| Aug. 2018 | X | | X |

Tabel 3.1.

3.2 Gennemførte målinger

Teknologisk institut har foretaget målinger på ventilationsanlægget før og efter, at Power-packen blev installeret.

| Målinger | Luftmængde | Trykmålinger | Frekvensomf. | VGW |
|-----------|------------|--------------|--------------|-----|
| Dec. 2016 | X | | | |
| Dec. 2016 | X | X | | X |
| Jan. 2017 | X | | | |
| Mar. 2017 | X | X | X | |
| Maj 2017 | X | X | | |
| Aug. 2017 | X | X | X | |
| Okt. 2017 | X | X | X | |
| Nov. 2017 | X | X | X | |
| Jan. 2018 | X | X | X | |
| Feb. 2018 | X | X | X | X |
| Juni 2018 | X | X | X | |
| Juli 2018 | X | X | X | |
| Aug. 2018 | X | X | X | |

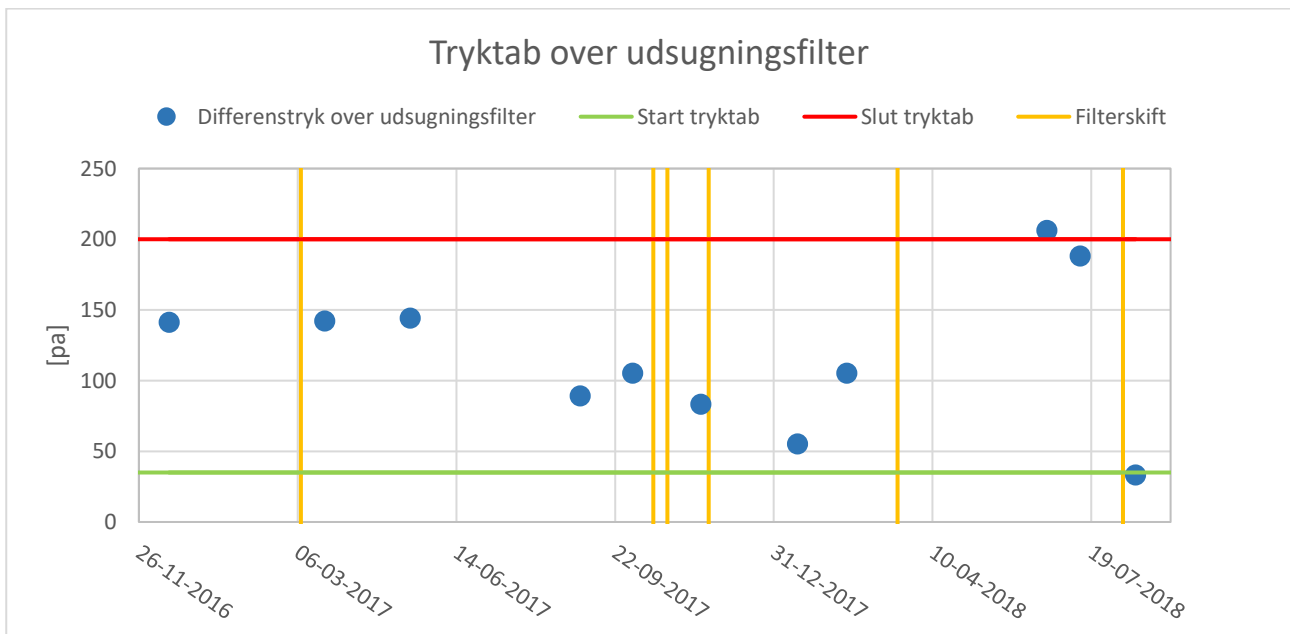
Tabel 3.2.

Filteret, der anvendes på udsugningssiden, er et M5 M-Pleat Green, Coarse 85 %. Filteret har et tryktab på 35pa og et sluttryktab på 200pa.

Målingerne på krydsvekslerens genvindingsgrad er målt til at være lav ved begge målinger – dog marginalt højere ved eftermålingen. Dette kan der dog ikke lægges noget i.

3.3 Tryktabet i udsugningen

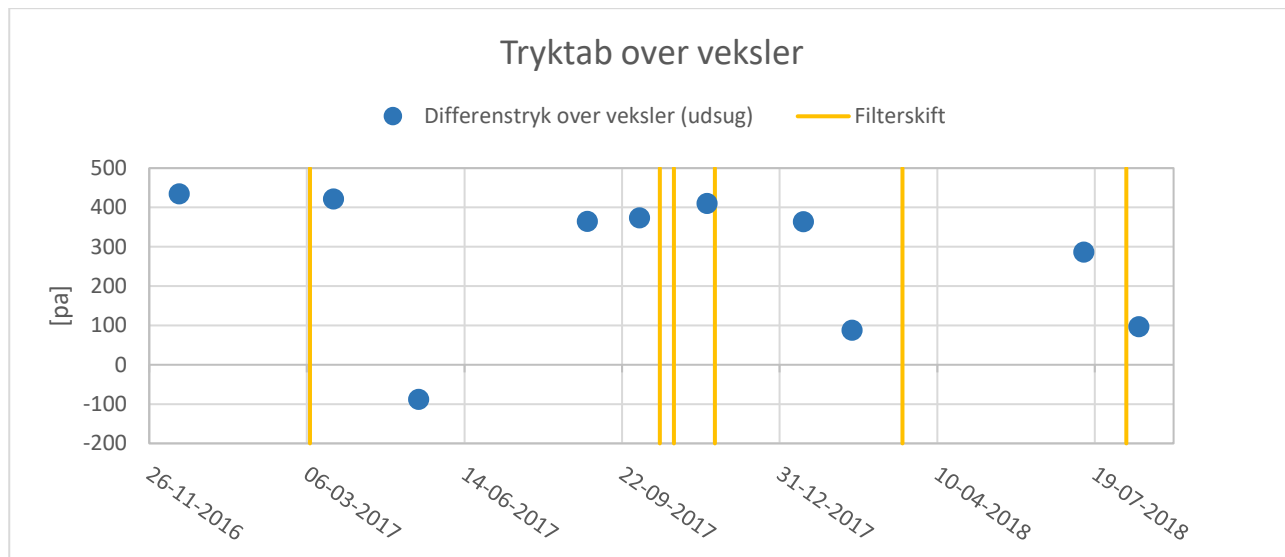
Som et led i målingerne på anlægget er tryktabet over udsugningsfilteret blandt andet blevet målt. Dette er gjort for at se, om udskiftningsintervallet er passende, samt for at spore, om det har ændret sig efter installationen af Power-pakken. På Figur 2 ses de gennemførte tryktabsmålinger samt de angivne filterskift. Tryktabet og sluttrykket for det pågældende filter er markeret på grafen for at illustrere intervallet for tilsmudsningen. Som det fremgår af grafen, er det ikke alle filterskift, der direkte har kunnet måles en effekt af.



Figur 2: Målt tryktab over udsugningsfilteret.

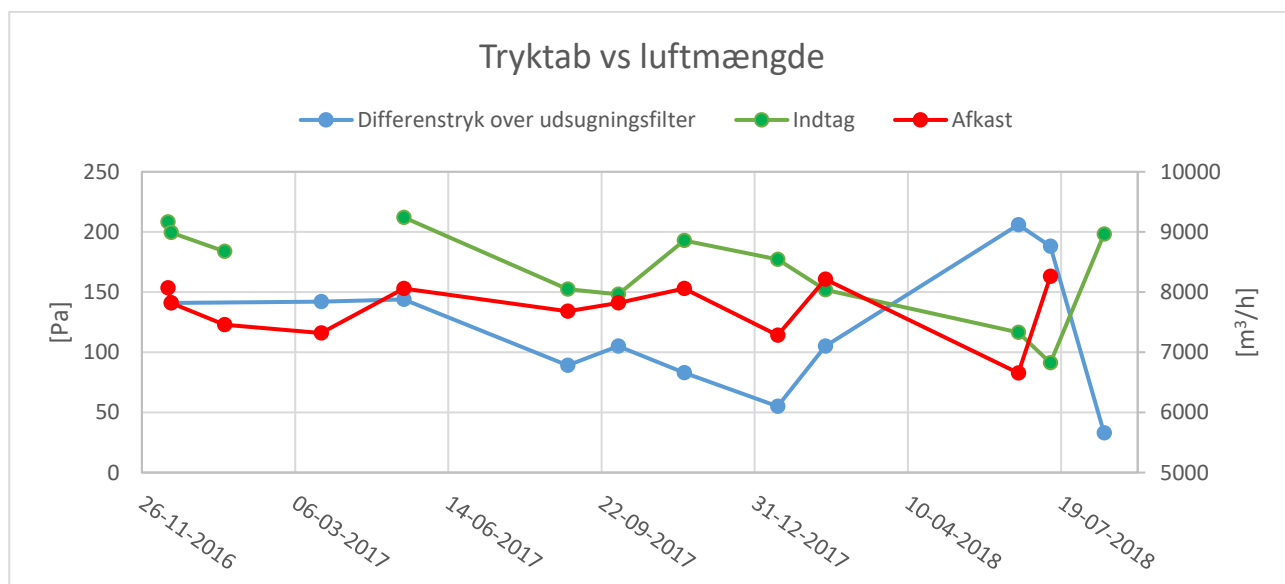
På tilsvarende vis er tryktabet over varmeveksleren på udsugningens siden blevet målt, hvilket er illustreret på Figur 3. Målingen er foretaget for at se, om der kunne spores nogle tendenser i

driften af anlægget – herunder installationen af power-packens betydning og tilsmudsningen af anlægget. Bemærk, at der er fejl på den tredje måling, som er foretaget den 16. maj 2017, idet tryktabet er negativt. Dette kan formentlig forklares ved, at slangen på det fastmonterede trykmåleudtag er faldet af. Tryktabet over veksleren svinger for meget til at kunne spore en reel tendens.



Figur 3: Tryktabet over varmevekslerens udsugning del.

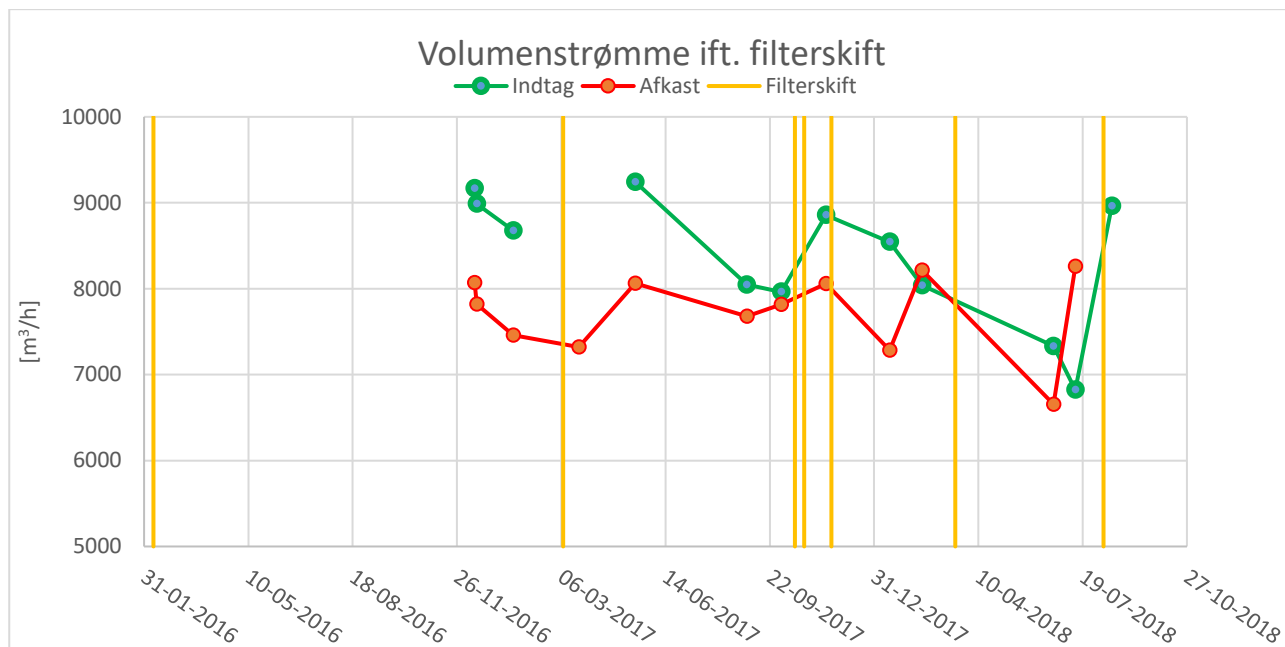
3.4 Volumenstrømme ift. tryktab og filterskift



Figur 4: Tryktabet i henholdsvis indtag og afkast i forhold til luftmængden.

Som illustreret på Figur 4 er sammenhængen mellem volumenstrømmen og tryktabet over udsugningsfiltret blevet undersøgt. Figuren viser, at volumenmængderne følger den samme tendens, hvilket ses ved, at den røde og grønne kurve stiger og falder forholdsvis parallelt. Desuden ses det, at der stort set altid er mere luft i indtag end i udsugning. Dette kan

forklares ved, at der formentlig er et større tryktab over udsugningsventilatoren, hvilket b.l.a. skyldes tilsmudsningen. Figuren viser, at tilsmudsningen af filteret har stor betydning for volumenstrømmen, der svinger fra 6650 m³/h til 8250 m³/h afhængigt af tryktabet. De samme volumenstrømme illustreret i forhold til filterskift kan ses på Figur 5.



Figur 5: Volumenstrømmene holdt op imod de filterskift, der er foretaget ifølge servicerapporterne.

3.5 Billeder

Der er løbende taget billeder inde i ventilationsanlægget for at kunne holde øje med, hvor hurtigt fedtaflejringen kommer tilbage efter rensning af anlægget.



Figur 6: Foto fra december 2016.



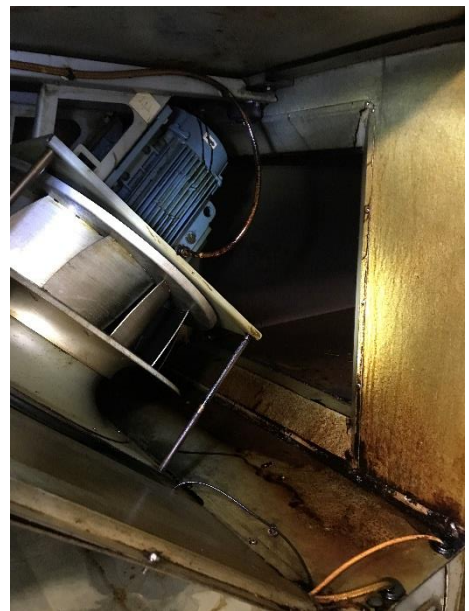
Figur 7: Foto fra oktober 2017.



Figur 8: Foto fra december 2017.



Figur 9: Foto fra februar 2018.



Figur 10: Foto fra juni 2018.



Figur 11: Foto fra juli 2018.



Figur 12: Foto fra august 2018.

Observation

Ved visuel inspektion er det konstateret, at fedtaflejringen i drypbakken og på ventilator er mindsket i forhold til tidligere. Der aflejres stadig fedt, men intervallet for rensning kan reduceres.

Filtrenes udskiftningsbehov er mest af alt afhængige af brugen af køkkenet. Der har i en periode været brugt en kulgrill i køkkenet, og dette har haft stor indflydelse på tryktabet over udsugningsfilteret. Der ses ingen tendens til, at PP influerer på, hvor tit filteret fremover bør skiftes. At det ikke er muligt at se disse tendenser i de registrerede data skyldes især at frekvensen for filterskift har været meget varierende.

Midt i projektperioden blev der observeret en tiltagende tilsmudsning af anlægget og leverandøren blev kontaktet. Det viste sig at der var en fejl på det elektroniske system på PP, som medførte at afladningen ikke fungerede korrekt. Dette blev korrigeret og ved de efterfølgende besøg kunne vi iagttage at tilsmudsningen var aftaget igen.

Analysis Report

REPORT NUMBER:
775417



**DANISH
TECHNOLOGICAL
INSTITUTE**

Teknologiparken
Kongsvang Allé 29
DK-8000 Aarhus C
+45 72 20 20 00
Info@teknologisk.dk
www.teknologisk.dk

Page: 1 of 5
Encl.: 0
Init.: SRV/ULC

Assignor: Christian Heerup
Danish Technological Institute
Kongsvangs Allé 29
DK-8000 Aarhus

Item: GC/MS screening of white powder and oily liquid both derived from ventilation from kitchen.

Sampling: The assignor

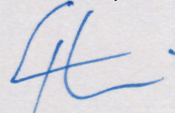
Period: Samples received: March 2017
Test performed: 1 October – 23 October 2017

Storage: The test material will be destroyed after 3 months, unless otherwise agreed in writing.

Test results: The results of the analysis and the method(s) used concern only the sample(s) analysed or the sub-sample(s) selected for analysis.

Terms: This analysis was carried out in accordance with Danish Technological Institute's General Terms and Conditions regarding Commissioned Work Accepted by Danish Technological Institute. The test results solely apply to the tested item. This analysis report may be quoted in extract only if the Laboratory for Chemistry and Microbiology has granted its written consent.

Date/place: 24 October 2017
Danish Technological Institute, Aarhus
Laboratory for Chemistry and Microbiology

Signature:  Søren Ryom Villadsen
Consultant

Ulla Christensen
Team Manager

Introduction

Two samples were received for investigation of similarities and differences. The samples were analysed by GC/MS and the data have been screened with reference to the NIST MS library.

Label

| Sample Number | Sample Name |
|---------------|--------------------|
| 775417-1 | White powder |
| 775417-2 | Black, oily liquid |

Packaging

The samples arrived packaged in separate plastic bags.

Analysis programme

The samples were analysed by GC/MS and the mass spectra of detected peaks were investigated by using the NIST MS 2014 database. The detected peaks were quantified as bromobenzene equivalents. The analysis was semi-quantitative.

The samples were dissolved in dichloromethane before injection on GC. The powder (sample No. 775417-1) could not be dissolved completely, and therefore the result only comprises compounds that could be extracted from the powder.

Results

775417-1

| RT [min] | Compound | CAS No. | Concentration [mg/kg] |
|----------|---|----------------------|-----------------------|
| 6.601 | Nonanal-like | - | 57 |
| 8.859 | Nonanoic acid | 112-05-0 | 150 |
| 9.901 | Decanoic acid | 334-48-5 | 130 |
| 10.139 | Not identified | - | 78 |
| 11.885 | Dodecanoic acid | 143-07-7 | 93 |
| 12.117 | Not identified (could be alifatic alcohol) | - | 55 |
| 12.811 | Tridecanoic acid | 638-53-9 | 40 |
| 13.742 | Tetradecanoic acid | 544-63-8 | 380 |
| 14.571 | Pentadecanoic acid | 1002-84-2 | 100 |
| 14.915 | Not identified (could be C16 unsaturated alcohol) | - | 86 |
| 15.478 | Hexadecanoic acid | 57-10-3 | 2000 |
| 16.321 | Palmitolactone | 730-46-1 | 170 |
| 16.549 | 2H-Pyran-2-one, tetrahydro-6-undecyl- | 7370-44-7 | 150 |
| 16.754 | Not identified (Possibly broken triglyceride) | - | 280 |
| 16.908 | Tetradecanamide or Hexadecanamine | 638-58-4 or 629-54-9 | 120 |
| 16.977 | Octadecanoic acid | 57-11-4 | 570 |
| 17.471 | Not identified (Possibly broken triglyceride) | - | 50 |
| 17.806 | Glycidyl palmitate | 112-16-3 | 210 |
| 17.876 | Stearolactone | 502-26-1 | 70 |
| 18.095 | 2H-Pyran-2-one, tetrahydro-6-tridecyl- | 1227-51-6 | 39 |
| 18.365 | Octadecanamid | 124-26-5 | 54 |
| 18.975 | Not identified | - | 160 |
| 19.096 | Not identified | - | 60 |
| 19.189 | Not identified, Possibly Glycidyl stearate | - | 138 |
| 20.823 | Not identified (Possibly docosenamide) | - | 121 |

775417-2

| RT [min] | Compound | CAS No. | Concentration [mg/kg] |
|----------|---|----------------------|-----------------------|
| 7.699 | Octanoic acid | 124-07-2 | 640 |
| 8.500 | 2-Decenal | 2497-25-8 | 530 |
| 8.835 | Nonanoic acid | 112-05-0 | 1500 |
| 9.878 | n-Decanoic acid | 334-48-5 | 640 |
| 10.888 | Undecanoic acid | 112-37-8 | 320 |
| 11.871 | Dodecanoic acid | 143-07-7 | 520 |
| 12.797 | Tridecanoic acid | 638-53-9 | 270 |
| 13.090 | Not identified | - | 890 |
| 13.733 | Tetradecanoic acid | 544-63-8 | 2800 |
| 14.561 | Pentadecanoic acid | 1002-84-2 | 960 |
| 14.766 | Hexadecanenitrile | 629-79-8 | 530 |
| 14.869 | 2-Heptadecanone | 2922-51-2 | 990 |
| 15.213 | Hexadecenoic acid | 373-49-9 | 1200 |
| 15.488 | Hexadecanoic acid | 57-10-3 | 15000 |
| 15.986 | Heptadecenoic acid | 14852-31-4 | 1000 |
| 16.191 | Heptadecanoic acid | 506-12-7 | 570 |
| 16.274 | Not identified | - | 820 |
| 16.326 | Palmitolactone | 730-46-1 | 2200 |
| 16.554 | 2H-Pyran-2-one, tetrahydro-6-undecyl- | 713-95-1 | 1900 |
| 16.838 | 9-Octadecenoic acid | 2027-47-6 | 28000 |
| 16.963 | Tetradecanamide or Hexadecanamine | 638-58-4 or 629-54-9 | 170 |
| 17.015 | Octadecanoic acid | 57-11-4 | 8200 |
| 17.122 | Not identified, could be Hexadecanoic acid, butyl ester | 111-06-8 | 2200 |
| 17.476 | Not identified (Possibly broken triglyceride) | - | 880 |
| 17.545 | Not identified | - | 630 |
| 17.638 | Not identified | - | 880 |
| 17.811 | Glycidyl palmitate | 112-67-4 | 1300 |
| 17.885 | 2(3H)-Furanone, dihydro-5-tetradecyl- | 506-17-2 | 1300 |
| 18.104 | Octadecenoic acid | 693-71-0 | 1300 |
| 18.183 | 2H-Pyran-2-one, tetrahydro-6-tridecyl- | 112-80-1 | 560 |
| 18.379 | Octadecanamide | 124-26-5 | 330 |
| 18.532 | Octadecanoic acid, butyl ester (or similar) | 123-95-5 | 730 |
| 18.681 | Octadecanoic acid, butyl ester (or similar) | 123-95-5 | 430 |
| 18.877 | Not identified | - | 380 |
| 19.007 | Glycidyl oleate (or similar) | 5431-33-4 | 1500 |
| 19.054 | Not identified (Possibly broken triglyceride) | - | 600 |
| 19.100 | Not identified | - | 1100 |
| 19.203 | Not identified (Possibly broken triglyceride) | - | 3200 |
| 20.208 | Not identified | - | 550 |
| 20.334 | Not identified | - | 1000 |
| 20.385 | Not identified | - | 1000 |
| 20.613 | Not identified | - | 350 |
| 20.920 | Not identified | - | 910 |
| 22.876 | Cholesterol (or similar) | - | 890 |
| 23.029 | Not identified | - | 1700 |
| 25.925 | Not identified | - | 790 |
| 26.065 | Not identified | - | 1500 |
| 27.280 | Not identified | - | 1200 |
| 29.118 | Not identified | - | 1300 |
| 29.239 | Not identified | - | 4500 |

Analysis method

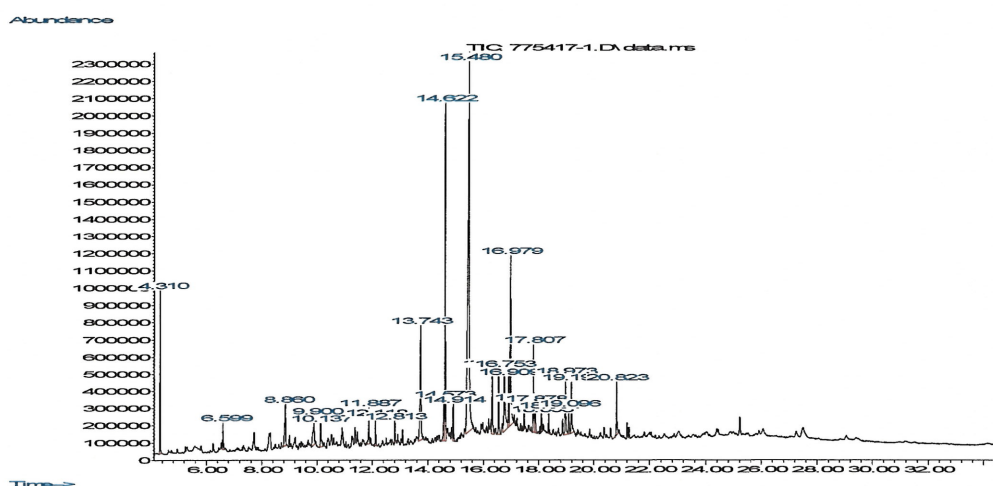
A subsample amount was taken and extracted with dichloromethane to which internal standards had been added. The extract was subsequently analysed by gas chromatography with mass spectrometric detection (GC/MS). Identification of the measured components took place by comparison with the NIST MS library. The content in the samples was calculated semi-quantitatively as *o*-terphenyl.

Comments

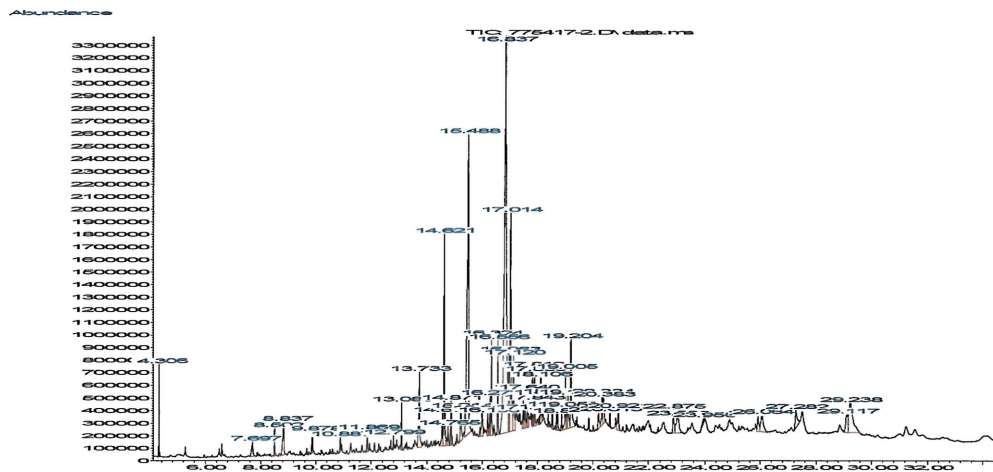
In total, approx. 5,000 mg/kg was determined in sample 775417-1, and 100,000 mg/kg was determined in sample 775417-2. The large difference in determined fraction could be due to the non-complete dissolution of sample 775417-1.

From the fingerprints of the chromatograms it can be seen that the two samples are fairly similar in composition. The most significant difference between the samples is C18 fatty acid, which is the largest peak in sample 775417-2. It is found in smaller levels in sample 775417-1.

Chromatograms



GC/MS Chromatogram of sample 775417-1.



GC/MS Chromatogram of sample 775417-2.

Prøvningsrapport



**TEKNOLOGISK
INSTITUT**

Gregersensvej
DK-2630 Taastrup
+45 72 20 20 00
Info@teknologisk.dk
www.teknologisk.dk

5. december 2017
Projekt 2005052

Side 1 af 3
Antal bilag: 0
Init.: ten/bbi
Cosign.: *SFP*

- Rekvirent:** Teknologisk Institut, Køle- og Varmepumpeteknik
Kongsvang Allé 29
8000 Århus C
- Kontaktperson:** Christian Heerup
- Emne:** 775471-1 og 775471-2 (se side 2)
- Udtagning:** Prøverne er modtaget her den 30. november 2017
- Periode:** Prøvningen er gennemført den 1.-4. december 2017
- Procedure** TGA-analyse.
(Se side 2 under prøvningsmetode)
- Resultat:** Se side 2
- Opbevaring:** Ifølge almindelige vilkår for rekvirerede opgaver
- Bemærkninger:** Ingen
- Vilkår:** Prøvningen er udført i henhold til Teknologisk Instituts almindelige vilkår, som er gældende på tidspunktet for aftaleindgåelsen. Prøveresultaterne gælder udelukkende for det prøvede emne. Prøvningsrapporten må kun gengives i uddrag, hvis laboratoriet skriftligt har godkendt uddraget
- Sted:** Teknologisk Institut, Taastrup, Plast og Emballage
- Underskrift:**

Tina Elmer Nielsen
Laborant

Telefon: 72 20 31 13 (direkte)
Email: ten@teknologisk.dk

Prøvningsmetode

- TGA-analysen er udført under følgende betingelser:

50 °C – 1100 °C i nitrogen, 20 °C/min

Prøveemner

- 775471-1. Pulver
- 775471-2. Olie

Udstyr

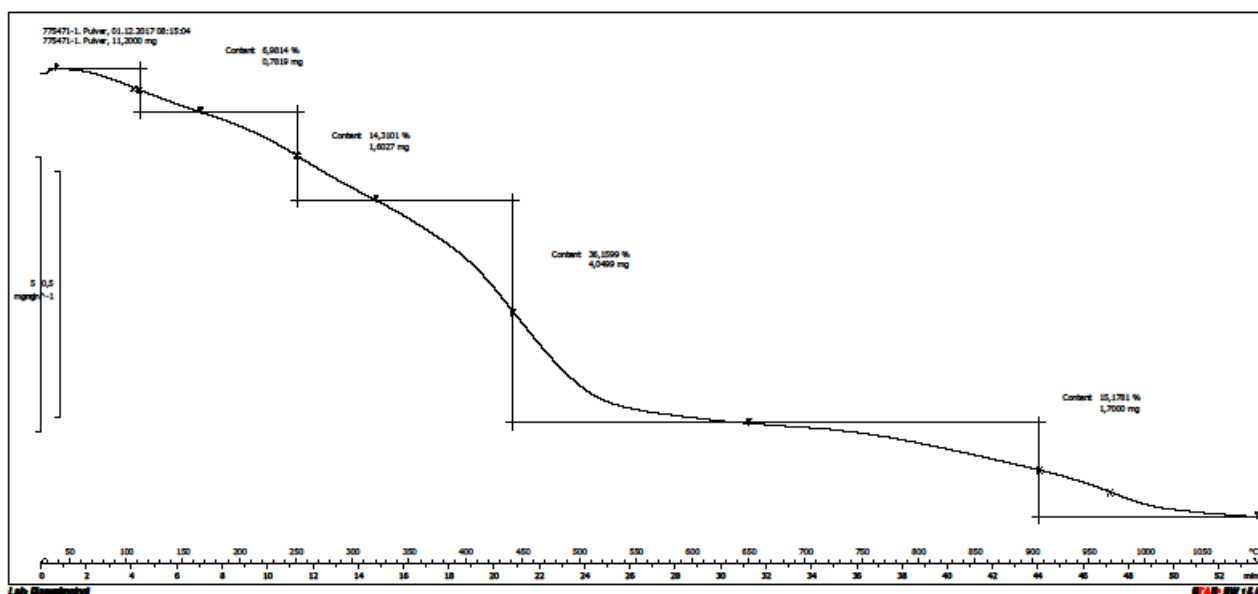
TGA/SDTA 851°: 32T07.01
Vægt: 32T14.60

Prøvningsresultater

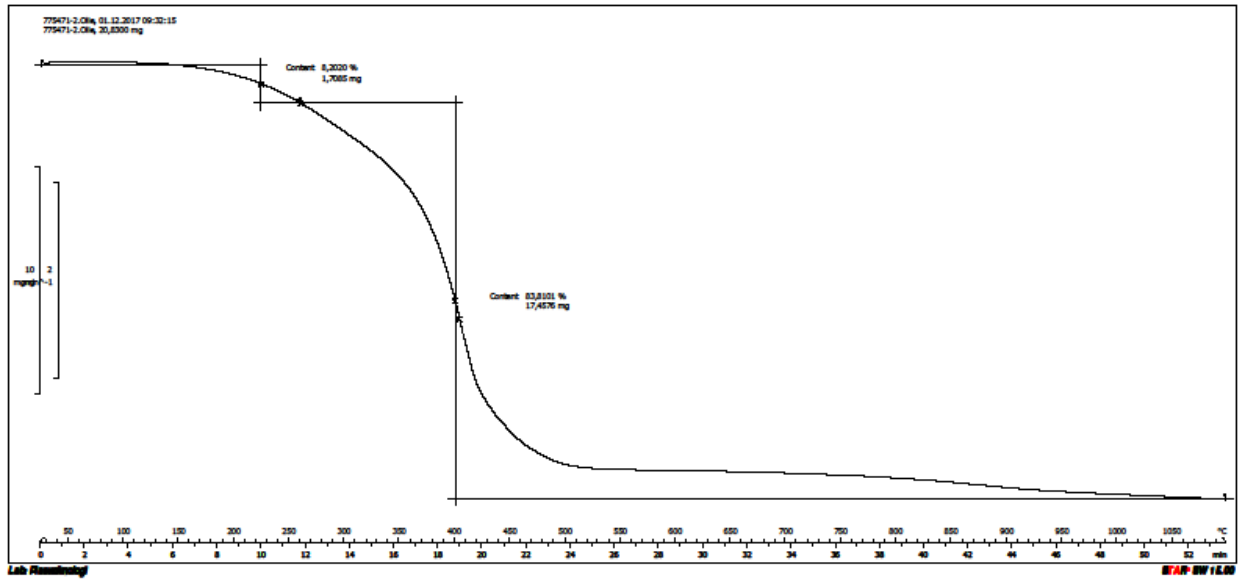
TGA-analyse

| Mærkning | % vægttab N ₂ (35-160°C) | % vægttab N ₂ (160-320°C) | % vægttab, N ₂ (320-650 °C) | % vægttab N ₂ (650-1100°C) | Rest % vægttab | Figur |
|------------------|---|--|--|---|-------------------|-------|
| 775471-1. Pulver | 7,0 % | 14,3 % | 36,2 % | 15,2 % | 27,3 | 1 |

| Mærkning | % vægttab N ₂ (35-260°C) | % vægttab N ₂ (260-1100°C) | Rest % vægttab | Figur |
|----------------|---|---|-------------------|-------|
| 775471-2. Olie | 8,2 % | 83,8 % | 8,0 | 2 |



Figur 1: TGA-kurve af 775471-1. Pulver



Figur 2: TGA-kurve af 775471-2. Olie

TEKNISK NOTAT

Undersøgelse af Biotech-I Power Pack

Teknologisk Institut

Rapport nr.: 118-23760-1

Side 1 af 8

Rapportansvarlig

Jeppe Pilgaard Bjerre

14. februar 2019

OVERSIGT

| | |
|----------------------|--|
| Titel | Undersøgelse af Biotech-I Power Pack |
| Task nr. | 118-23760 |
| Rapport nr. | 118-23760-1 |
| Kunde | Teknologisk Institut Gregersensvej 3 2630 Taastrup Tlf.: 72202000 |
| Kontaktperson | Christian Heerup E-mail: chp@teknologisk.dk |
| Revisioner | Initial version |
| Disclaimer | Rapporten må kun gengives i uddrag med FORCE Technology's skriftlige tilladelse. |

INDHOLDSFORTEGNELSE

| | | |
|---|--|---|
| 1 | Introduktion | 4 |
| 2 | Statisk afladning | 6 |
| 3 | Måling af udstråling fra DNA-Helix med Power Pack..... | 7 |
| 4 | Måling af DNA-Helix antenne..... | 7 |
| 5 | Diskussion..... | 8 |
| 6 | Konklusion | 8 |

1 Introduktion

Systemet er opbygget af to dele. En antenne og en Power Pack. Antennen til systemet kan komme i mange afskygninger, men et eksempel er DNA-Helix antenne vist på Figur 1. Antennen tilsluttes Power Packen vist på Figur 2 enten direkte eller med et kabel imellem. Power Packen er opbygget af to dele. Den essentielle del er et hulrum i spidsen, som er delvist fyldt med specialbehandlet vand, og den sekundære del er et printkort (vist på Figur 3 og Figur 4) med tilhørende batteri. Printkortets opgave er at "nulstille" eller "jorde" Power Packen, da den ellers mister sin virkning over tid. Det er dog muligt at gøre dette manuelt ved at røre ved den med en hånd.

Der er udført forskellige analyser samt enkelte målinger på Power Packen for at afklare dens funktionalitet.



Figur 1 - DNA-Helix antenne.



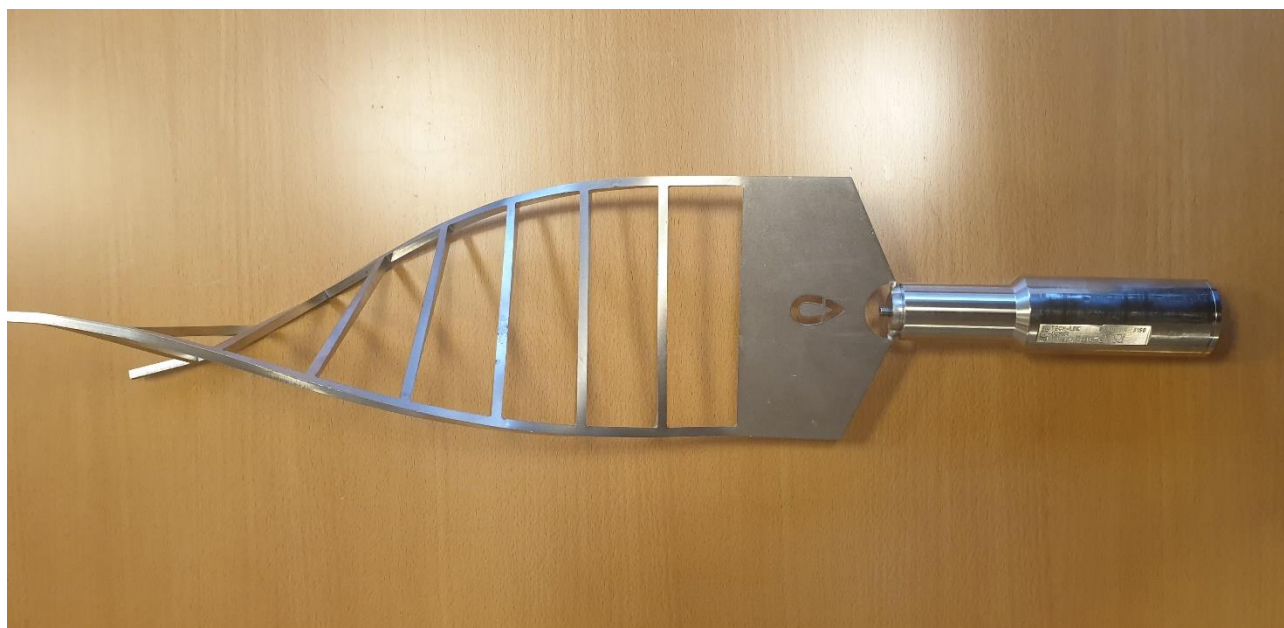
Figur 2 – Power Pack.



Figur 3 - Print med batteri.



Figur 4 – Print.



Figur 5 - Samlet system.

2 Statisk afladning

En anvendelse af Power Packen er at fjerne statisk ladning fra luft. Partikler, der holder en statisk ladning og derfor muligvis en forskel i spænding til omgivelserne, vil blive tiltrukket af hinanden. Det er blandt andet den mekanisme, der udnyttes i nogle sprøjtelakeringsprocesser. Disse partikler vil aflades, hvis de kommer i kontakt med et emne, der har forbindelse til jord og derved aflader energien gennem denne jordforbindelse og bliver potentialeudlignet.

Som installationen af Power Packen i en ventilationskanal er beskrevet, bliver denne monteret således, at den ikke har galvanisk forbindelse til jord. Ved hjælp af forsøg (ren empiri) har producenten udformet antennen således at den har størst mulig effekt på ladede partikler. Det er dog uvist om vandet i Power Packen har en virkning i denne proces. Ifølge producenten udebliver virkningen hvis Power Packen er fyldt med postevand eller er tom.

3 Måling af udstråling fra DNA-Helix med Power Pack

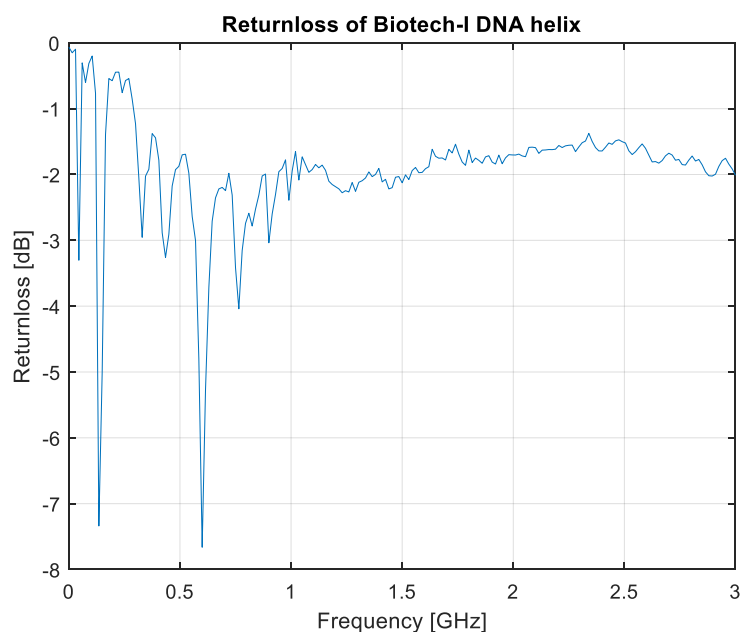
Der er blevet målt på, om Power Packen med DNA-Helix udstråler elektromagnetiske bølger. Dette er blevet gjort i et skærmrum med et oscilloskop og en antenne, samt en direkte spændingsmåling på strukturen med en 1 M Ω spændingsprobe.

Der er ikke observeret nogen ændringer i overfladespændinger og ej heller observeret noget udstrålet i et frekvensområde fra DC til 4 GHz.

4 Måling af DNA-Helix antenne

En måde at måle, hvor godt en antenne virker, er ved at se på størrelsesforholdet mellem den energi man sender ind i en antenne, og hvor meget der bliver reflekteret tilbage til generatoren. Jo lavere dette tal er, des bedre er antennen til at udstråle energien som elektromagnetiske bølger ved en given frekvens.

Resultatet for refleksionen for DNA-Helix antennen er vist på Figur 6. x-aksen er den påtrykte frekvens i GHz og y-aksen er størrelsesforholdet mellem indgangseffekt og reflekteret effekt i dB.



Figur 6 - Refleksion for DNA-Helix antenne.

Af Figur 6 ses, at den største udstråling af effekt sker ved 600 MHz, hvor refleksionskoefficienten er 7,6 dB samt det næstlaveste ved 135 MHz, hvor refleksionskoefficienten er 7,3 dB. Altså har DNA-Helix strukturen en rimelig effektivitet som antenne, da den udstråler mere end 80 % ved 135 MHz og 600 MHz. Til sammenligning er refleksionskoefficienten for almindelige antenner typisk mere end 10 dB og typisk mellem 15 og 20 dB for middel performance.

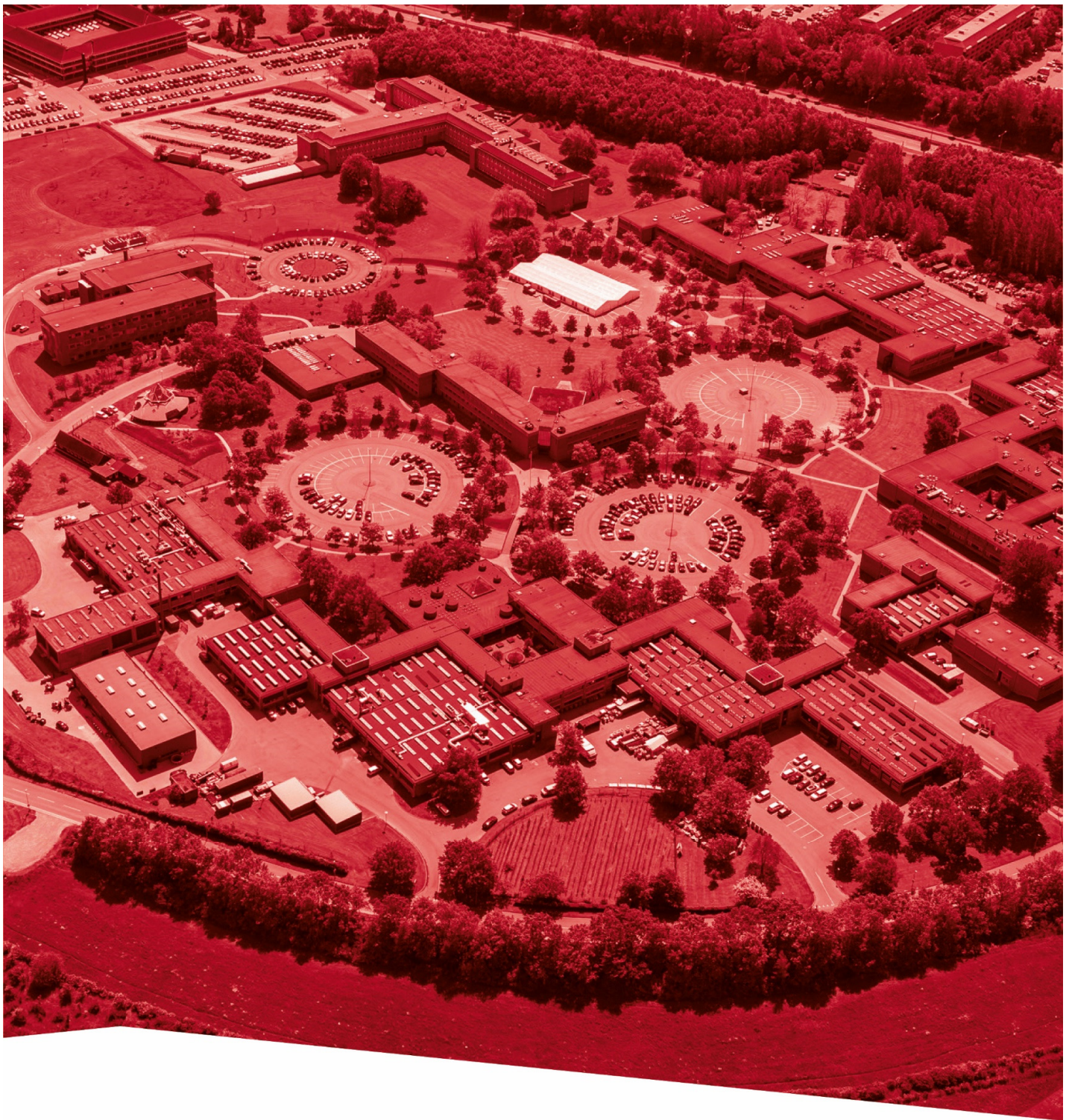
Ved 135 MHz passer strukturen med en kvartbølglængde (~ 55 cm) og en hel bølglængde ved 600 MHz (~ 50 cm). Dette stemmer overens med dimensionerne af DNA-Helixen, som er ~ 48 cm lang og ~ 13 cm bred. Årsagen til at disse længder ikke ligger præcis i forhold til det, der er målt, er højst sandsynligt grundet gitterstrukturen, der vil give nogle forstyrrelser i strøm og spænding rundt i strukturen.

5 Diskussion

Det må konstateres, at trods DNA-Helixens antenneegenskaber, kan funktionen ikke forklares indenfor det målte frekvensområde. Det kan skyldes at funktionen beror på en højere frekvens eller et andet fysisk princip eller at der ikke er nogen effekt.

6 Konklusion

Det har ikke været muligt inden for scopet af dette projekt at fastslå, hvilken funktionalitet Power Packen har. Det kan blot konstateres at det ikke ser ud til at være elektromagnetiske svingninger i området fra DC til 4 GHz, der kan forklare en eventuel effekt. Det anbefales at gentage nogle af de forsøg, som Biotech-Innovation selv har foretaget, men i et kontrolleret miljø af tredjepart for at udelukke en potentiel bias af resultatet.



Erfaringer med aktiveret vand i danske virksomheder

Kortlægning af anvendelser af 'aktiveret vand' i dansk industri samt graden af dokumentation for dets gavnlige virkning



**TEKNOLOGISK
INSTITUT**



INNOVATIONSPLATFORMEN
RESSOURCEOPTIMERING I KØLEKÆDEN

Erfaringer med aktiveret vand i danske virksomheder

Kortlægning af anvendelser af 'aktiveret vand' i dansk industri samt graden af dokumentation for dets gavnlige virkning

Udarbejdet af:

Teknologisk Institut
Gregersensvej 1
2630 Taastrup
Energi og Klima

Projektet er udarbejdet med støtte fra:

innovationsplatformen Ressourceoptimering i Kølekæden (Inno-ROKK)

Efteråret 2018

Babette Peulicke Slott, energiantropolog
Ziyad Zaman Ahmed, energiantropolog
Christian Heerup, faglig leder – køleteknik
Kristian Oluf Sylvester-Hvid, seniorspecialist
Esben Vendelbo Foged, sektionsleder



1. Baggrunden for projektet

Såkaldt 'aktiveret vand' i form af en Power Pack finder i stigende grad anvendelse i landbrug og industri i processer af vidt forskellig karakter. Power Pack-teknologien er udviklet af Biotech Innovation og består grundlæggende af en beholder i rustfri stål indeholdende aktiveret vand. Med dette udgangspunkt er der udviklet en række Power Pack-baserede produkter tilpasset forskellige processer. Virksomheden selv beskriver teknologien og anvendelsesmulighederne på følgende måde:

"Kernen i vores produktsortiment er Power Pack – en katalysator, som uden brug af elektricitet eller mekaniske dele har indvirkning på substanser og processer som vand, fødevarer, statisk elektricitet, ventilation, fjernelse af fedt i en emhætte samt i fedtudskiller. Vores arbejdsområde er også omfattende vindmølleindustri og alt inden for termodynamik"

I takt med at produkterne udbredes og der løbende afdækkes flere anvendelsesmuligheder stiger behovet for egentlig dokumentation af effekten. På trods af producenten og brugernes erfaringer findes der endnu ingen videnskabelig forklaringsramme for effekten og hvilke sammenhænge teknologien kan anvendes i.

1.1. Formål

Projektets formål er derfor at kortlægge teknologiens nuværende anvendelsesområder i danske virksomheder. Gennem en række interviews med ejere og operatører af processer og procesanlæg hvori Power Pack-teknologien er installeret, afdækkes anvendelsesområder ud fra praktiske erfaringer. Resultatet er et overblik over hvordan teknologien benyttes og opleves i danske industrivirksomheder.

1.2. Projektets anvendelse af kvalitative metoder

I projektet anvendes kvalitative metoder som grundlag for dataindsamling og analyse. Hvor kvantitative metoder baserer sig på tal, tager kvalitative metoder udgangspunkt i menneskers adfærd og erfaringer. Kvalitative data indhentes derfor via interviews, observation og dokumenter. Den kvalitative undersøgelse er blevet udført af Teknologisk Instituts energiantropologer, som særligt arbejder med menneskers brug af teknologi.



I projektet er der foretaget interviews og indhentet observationer i 10 forskellige virksomheder. Virksomhederne er udvalgt efter geografisk placering og branche for at sikre bred repræsentation inden for begge kategorier.

Alle interviews blev foretaget med den mest erfarne PowerPack-bruger i virksomheden hvis rolle varierede fra virksomhed til virksomhed alt efter størrelse og organisering.

Hvert interview havde en varighed af ca. 2 timer og inkluderede observationer af virksomheden generelt og PowerPack-installationer specifikt. Interviews og observationer blev dokumenteret med feltnoter, lydoptagelser og billeder.

De i projektet listede observationer er udelukkende gengivelser af de i projektet deltagende virksomheders erfaringer.

2. Resultater

Undersøgelsen afdækkede 59 anvendelser af PowerPacks i de 10 deltagende virksomheder. Samtlige anvendelser fremgår af bilaget 'Overblik over anvendelser'. Her beskrives den enkelte løsningsformål og hvilke resultater virksomheden har observeret. I det følgende opridses kort de overordnede kategorier for anvendelse med udvalgte eksempler.

Overordnet blev der identificeret fem hovedanvendelser:

- Vandbehandling
- Ventilation
- Køl og frys
- Lugtreduktion og homogenisering
- Fødevarer og foder

2.1. Vandbehandling

PowerPack anvendes i flere virksomheder til forskellige former for behandling af vand eksempelvis i forhold til biovækst, kalk, okker og vandets hårdhed. Anvendelserne sås både i industriel sammenhæng og i private boliger.

En virksomhed havde store udfordringer med kølevand til produktionsmaskiner, hvilket blev beskrevet som en grundlæggende udfordring i branchen. For at forhindre biovækst og urenheder, blev der anvendt kemikalier, men resultaterne var konstant svingende og kunne eksempelvis betyde at vandet var uigennemsigtigt, grønligt og ildelugtende. Efter behandling af kølevandet med PowerPack, er virksomheden ophørt med anvendelse af kemikalier i det pågældende køleanlæg. Vandet fremstår klart og der måles løbende på vandkvaliteten, som ligger inden for alle tilladte grænseværdier.



En afledt effekt af PowerPack-installationen er mere effektiv køling. Virksomheden observerede højere flow i rørene til kølevandet, hvilket betød at temperaturen kunne ændres fra 9° til 13,5° og derved resultere i en energibesparelse.

2.2. Ventilation

PowerPack-teknologien anvendes også i forbindelse med ventilation med forskellige formål herunder at afhjælpe statisk elektricitet, reducere støvgener og mindske lugtgener.

En virksomhed søgte at reducere problemer forårsaget af statisk elektricitet – en generel udfordring i virksomheder, der maler plastik. Statisk elektrisk plastik tiltrækker støv, som besværliggør lakeringsprocessen. Efter PowerPack-behandling af luften i produktionslokalet er de tidligere udfordringer med statisk elektricitet reduceret til et minimum. De ansatte oplever en forbedret luftkvalitet med færre lugtgener og beskriver at støv samler sig på gulvet frem for som før at svæve i lokalet. Malingforbruget er ifølge virksomhedens egne opgørelser reduceret med 30%. Derudover har det været muligt at nedsætte luftindtaget med 20% med energibesparelse til følge.

2.3. Køl og frys

I virksomhederne er der erfaret effekter på køl og frys efter installation af PowerPack. Det drejer sig om reduceret udsving i temperaturer, ensartet temperatur i hele lokalet og hurtigere nedfrysning.

En virksomhed havde udfordringer med at opnå tilstrækkelig hurtig nedfrysning af deres produkter. PowerPack-behandling af luften resulterede i en markant forbedring fra en nedfrysningstid på ca. 1 uge til 2 dage. Løsningen har desuden resulteret i reduceret energiforbrug til køleanlægget.

2.4. Lugtfjerning og homogenisering

Virksomheder i undersøgelsen anvender PowerPack-teknologi til lugtreduktion og homogenisering. Det drejer sig særligt om gyllebehandling i landbruget og om fedtudskillere i restaurationsbranchen.

PowerPack-behandling benyttes af flere virksomheder til behandling af gylle. Almindeligvis omrøres gyllen i tanken i en periode (eksempelvis 1-2 uger) inden det fordeles på marken. Omrøringen



foretages for at sikre ensartet konsistens, men ofte er resultatet ikke tilfredsstillende og der opleves bundfald. Med PowerPack-behandling kan omrøringen foretages på få timer med et bedre resultat til følge. Desuden beskriver virksomhederne at lugtgener er markant mindsket.

Lignende effekt gør sig gældende ved brug af PowerPack i fedtudskillere. Lugtgener mindskes og fedtets konsistens ændres. Virksomhederne beskriver desuden at fedtudskilleren tømmes sjældnere efter installation af PowerPack, hvilket indebærer en økonomisk besparelse.

2.5. Fødevarer og foder

En del af virksomhederne beskrev brug af PowerPack i forhold til fødevarer og foder.

Flere landbrug behandler dyrefoder for at opnå bedre udnyttelse af foderet og mindske behovet for at tilsætte protein. Derudover beskrives at PowerPack-behandling af visse fødevarer øger holdbarheden, dette gælder eksempelvis salat. PowerPack har også ifølge informanternes beskrivelse en effekt på sødmen (surhed) i frugt, herunder bær og citroner.



TEKNOLOGISK
INSTITUT

| Virksomhed | Use case | Formål | Resultat | U hensigtsmæssige resultater | Kontakt med medie via | Fase | Type |
|--------------|--------------------------|--|--|---|--|---------------|---------------|
| Virksomhed 1 | Gyllekummer | Optimere dræning af gylle fra kummer | Homogen gylle. Alt kan pumpes ud. | | Stålwire og krog | Implementeret | Kødproduktion |
| Virksomhed 1 | Foder | Sikre højere optag af protein | Afventer | | Stålwire og krog | Implementeret | Kødproduktion |
| Virksomhed 1 | Vand til dyr | Ensarte afføring for nemmere håndtering. Optage næring fra foder bedre. | Renere rør. | Ekstra håndtering af kalk i starten. | Gaffel | Implementeret | Kødproduktion |
| Virksomhed 1 | Vand til bolig | Mindre kalk. | Mindre kalk. Renere rør. Nemmere rengøring. | Ekstra håndtering af kalk i starten. | Gaffel | Implementeret | Bolig |
| Virksomhed 1 | Gylletank - omrøring | Ensartet gylle. Nemmere at sprøjte på marken. Nemmere tømning af gylletank uden bundfald. Binde kvælstof i gyllen. | Samme som formål. | | Dorkel | Implementeret | Landbrug |
| Virksomhed 1 | Harve | Undersøge effekt. | Endnu ingen resultater | | Dorkel | Test | Landbrug |
| Virksomhed 1 | Ensilage | Optimere ensileringsproces | Sødere smag. Undgår råddenskab. Får dyr til at spise mere. | | Dorkel | Impementeret | Kødproduktion |
| Virksomhed 1 | Marksprøjte | Flere sprøjtetage: Mindre afdrift gør det muligt også at sprøjte i blæsevej. | Samme som formål. | | Dorkel | Implementeret | Landbrug |
| Virksomhed 1 | Strøelse | Holdbarhed | Afventer | | Stålwire | Implementeret | Kødproduktion |
| Virksomhed 1 | Bukselomme | Intet formål - ubevidst handling | | Utilpashed | Mini-PP | Afprøvet | Eksperimenter |
| Virksomhed 1 | Øl | Undersøge effekt. | Sødere. | Doven. | Mini-PP | Afprøvet | Eksperimenter |
| Virksomhed 2 | Fyr | Effektiv afbrænding | Bedre udnyttelse af træpiller. Hvid aske, frem for sort. Rene jernplader indvendigt. | | PP på væg med DNA | Implementeret | Opvarmning |
| Virksomhed 2 | Markvandingsanlæg | Effektiv udnyttelse af vand | Mindre afdrift. Bedre optag af vand hos planter. Bedre flow. | | Gaffel | Implementeret | Landbrug |
| Virksomhed 2 | Frostrum | Hurtigere indfrysning i stort frostrum. | Hurtigere indfrysning. Mindre energiforbrug, motoren kører ikke så hårdt. Før: 1 uge Efter: 2 dage | | PP på væg med DNA | Implementeret | Køling |
| Virksomhed 2 | Frostrum | Hurtigere indfrysning i lille frostrum. | Hurtigere indfrysning. Mindre energiforbrug, motoren kører ikke så hårdt. Før: 1 uge Efter: 2 dage | | PP på væg med DNA | Implementeret | Køling |
| Virksomhed 2 | I mark | Mere gang i planter | Mere gang i planter | Kombineret med PP-behandlet vanding stopper effekten | PowerPack gravet ned | Implementeret | Landbrug |
| Virksomhed 2 | Flislager | Ensartet luftfugtighed | Ingen kondens i toplag. Mindre støv i luften. Lugt skiftede fra jordslået til frisk. | | PP på væg med wire og frithængende DNA | Implementeret | Opbevaring |
| Virksomhed 2 | Vindmøllegearkasse | Mindske udsving i temperatur for bedre levetid. | Udsving mindsket fra 20 til 5 grader - log på temperatur. | | PP monteret på gearkasse | Implementeret | Mekanik |
| Virksomhed 2 | Opladning af batteri | Gemme statisk energi fra luften i et batteri | Ukendt | | Wire fra vindpåvirkning til PP til batteri | Test | Energi |
| Virksomhed 2 | Citroner | Undersøge effekt. | Sødere citroner | | Mini-PP | Afprøvet | Eksperimenter |
| Virksomhed 2 | Vanding af pil | Undersøge effekt. | Bedre vækst hos planter sammenlignet med ikke-behandlet | | Mini-PP | Afprøvet | Eksperimenter |
| Virksomhed 2 | Hævelser | Undersøge effekt. | Færre smerter, mindre hævelse. | | Mini-PP | Afprøvet | Eksperimenter |
| Virksomhed 2 | Kompost | Undersøge effekt. | | Komposterer ikke. Holder jorden frisk. | | Afprøvet | Eksperimenter |
| Virksomhed 3 | Gylletank - omrøring | Binde flygtigt ammonium | Højere kvælstofindhold ved behandling 1,5 -1 måned før. | | Dorkel | Implementeret | Landbrug |
| Virksomhed 3 | Biogasprocestank | Kickstarte proces. Effektiv gæring. Renere gas. | Kickstart fungerede. | For effektivt. Stopper gasproduktion. Korrekt dosis endnu ikke defineret. | Dorkel | Afprøvet | Energi |
| Virksomhed 3 | Vand til bolig | Bedre vandtryk. | Samme som formål. | | Gaffel | Implementeret | Bolig |
| Virksomhed 3 | Behandling af halmballer | Effektiv udnyttelse af foder - mindske forbrug. | Ukendt | | PP | Test | Landbrug |
| Virksomhed 3 | Insemineringssæd | Ændre PH-værdig for flere levende sædceller. | 0,2% højere PH-værdi efter behandling | | | Test | Kødproduktion |
| Virksomhed 3 | Kød, tilberedt | Mere mørt kød | Tydelig forskel mellem behandlet og ikke-behandlet flæskesteg | | Mini-PP | Afprøvet | Eksperimenter |
| Virksomhed 3 | Søvn, fordøjelse, energi | Bedre helbred og velvære | Bedre søvn, mere frisk, mister ikke energi i løbet af dagen. Bedre fordøjelse. | | Mini-PP | Afprøvet | Eksperimenter |
| Virksomhed 4 | Gyllekanaler | Standse gæringen og undgå fordampning. | Sænket fordampning, 82-85%. Bevarer dermed kvælstof i gyllen. Mindre lugt. | Kræver afladning af PP via direkte kontakt med svin | Stålwire og krog | Implementeret | Kødproduktion |
| Virksomhed 4 | Vand til dyr | Rene rør. Mindre lugt. | Samme som formål. | Håndtering af kalk der frigøres. Rengøring af alle nipplerør. | Gaffel | Implementeret | Kødproduktion |
| Virksomhed 4 | Vand til bolig | Rene rør. | Samme som formål. | | Gaffel | Implementeret | Bolig |
| Virksomhed 4 | Foder | Bedre udnyttelse af protein. Vælling - store grise. Tørfoder - smågrise. | Ukendt | | Stålwire | Implementeret | Kødproduktion |
| Virksomhed 4 | Fyr | Urenheder i vand - undgå at skidt samler sig i rørstrækninger. Reducere energiforbrug. | Højere kapacitet. | | | Implementeret | Opvarmning |
| Virksomhed 4 | Tørreri | Bedre udnyttelse af gas. Mere effektiv tørring. | 15% reduceret energiforbrug. Bedre tørring. | | | Implementeret | Landbrug |
| Virksomhed 4 | Såmaskine | Kickstarte groproces. | Afventer | | Stålwire til krog | Implementeret | Landbrug |
| Virksomhed 4 | Mejetærsker | Hurtigere nedbrydning på marken | Afventer | | Stålwire til knive | Implementeret | Landbrug |

| | | | | | | | |
|---------------|-------------------------------|--|---|--|-------------------------|---------------|-----------------|
| Virksomhed 4 | Marksprøjte | Udnytte det der sprøjtes bedre. | Mindre afdrift. Tiltrækning til jorden. | | Gaffel og wire | Implementeret | Landbrug |
| Virksomhed 5 | Vandforsyning | Fjerne kalk og okker. | Reduceret brug af specialfiltre. Reduceret sæbemængde. Ingen kalkaflejringer på produkter. | | Gaffel | Implementeret | Lakereri |
| Virksomhed 5 | I maling | Optimere udnyttelse af vandbaseret maling. | 30% maling sparet. Tørretid halveret grundet mindre vand i maling. | | Stålwire og krog | Implementeret | Lakereri |
| Virksomhed 5 | Lakeringsanlæg | Minimere statisk elektricitet i maskiner | Halv køretid. 30% mindre forbrug af maling. Mindre støv på overflader - højere kvalitet. Minimal statisk elektricitet. Enheder klister ikke sammen. | | PP med stålwire | Implementeret | Lakereri |
| Virksomhed 5 | Ventilation | Minimere statisk elektricitet i rum | Minimeret statisk elektricitet. Bedre indeklima, mindre hovedpine. Reducere luftindtag med 20% - spare energi. Mindre tung luft. Nemmere at trække vejret. Støv lægger sig på gulvet. | | PP på anlæg | Implementeret | Ventilation |
| Virksomhed 5 | Søvn | Kurere søvnbesvær | Bedre, sammenhængende søvn. | | Mini-PP | Afprøvet | Eksperimenter |
| Virksomhed 6 | Støv, statisk elektricitet | Mindske statisk elektricitet, håndtering af støv | Mindske statisk elektricitet, håndtering af støv, (ensartet temperatur i tørrerum), mindre stød, mindre lugt | En medarbejder observerede ingen ændringer, hvorefter PowerPack blev fjernet (ikke-vandbaseret maling). | PP på væg med DNA | Implementeret | Lakereri |
| Virksomhed 6 | Fyr (olie) | Effektiv forbrænding | (Ensartet temperatur i tørrerum), hurtigere at opvarme luften | | PP ved luftindtag | Implementeret | Lakereri |
| Virksomhed 7 | Anti-statisk | Løse industri-udfordring med statisk elektricitet | Anti-statisk effekt, særligt om vinteren, håndtering af støv | | PP-teknologi generelt | Implementeret | Leverandør |
| Virksomhed 8 | Kølevand - hydraulik og forme | Løse industri-udfordring. Mindre biovækst, færre kemikalier | Intet kemi, rent vand, skift til finere filtre, færre filterskift, urenheder falder til bunden og muliggør rengøring, mere effektiv køling (fra 9 til 13,5 grader, samme effekt), højere flow i rør, mindre stød, mindre statiske produkter | Håndtering af kalk der frigøres. | PP med stålwire og krog | Implementeret | Plastproduktion |
| Virksomhed 9 | Fedtudskiller | Mindre lugt | Mindre lugt, blødere fedt, sjældnere rengøring med slamsuger | | PP med stålwire | Implementeret | Køkken |
| Virksomhed 9 | Emhætter | Bedre fjernelse af fedt fra madtilberedning, mindre fedt i kanaler og filtre | Færre filterskift på ventilationsenhed, mindre tilsmudsede udsugningsfiltre, nemmere rengøring i køkken + emhætte, besparelse på rengøring fra eksterne parter | 1-2 grader koldere omkring emhætten. Gammelt, tilstoppet fedt slap hvilket krævede stor rengøring og til sidst udskiftning af berørte områder. | Kæmpe PP, stålwire, DNA | Implementeret | Ventilation |
| Virksomhed 9 | Strygejern | Mindske problemer med kalkskjolder på kostumer i skrædderi | Samme som formål. | | | Implementeret | Vaskeri |
| Virksomhed 9 | Espresso-maskine | Spare penge på blødt vand | Fungerede som tiltænkt i en periode | Pludselig stor tilstedeværelse af kalk. | | Afprøvet | Køkken |
| Virksomhed 9 | Isterningemaskine | Håndtering af store mængder kalk fra særlig kalkrig forsyning | Ukendt | | | Test | Køkken |
| Virksomhed 9 | Vandbehandling - forlystelse | Mindre biovækst, færre kemikalier. Rent vand. | Klart vand, mindre biovækst, færre kemikalier nødvendig | | PP med stålwire | Implementeret | Vandbehandling |
| Virksomhed 9 | Vandbehandling - køkken | Håndtering af kalk og okker på opvaskemaskiner | Løsnede kalk | Kalk aflejret i filter og maskine løsnede sig | | Implementeret | Køkken |
| Virksomhed 9 | Trykluftkompressor | Undgå overophedning af smøreolie | Samme som formål. Mindre temperaturudsving i olie. | | | Implementeret | Mekanik |
| Virksomhed 9 | Spildevandspumper | Optimere vedligehold | Afventer | | PP med stålwire og krog | | |
| Virksomhed 10 | Fedtudskiller | Undgå lugt, sjældnere tømning | Samme som formål | | PP med stålwire og krog | Implementeret | Køkken |
| Virksomhed 10 | Ventilationsanlæg | Undgå lugt fra omkringliggende restauranter i kontorbygning | Samme som formål | | PP på væg med DNA | Implementeret | Ventilation |