



Miljø- og  
Fødevareministeriet  
Miljøstyrelsen

# Genanvendt plast som grundlag for intelligent dynefyld skal sikre grønnere soveprodukter og en sundere søvn

Miljøprojekt nr. 2037

August 2018

Udgiver: Miljøstyrelsen

Redaktion:

Hans Erik Schmidt, Quilts of Denmark

Nanna Nørholm, multikant

ISBN: 978-87-93710-70-2

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

Må citeres med kildeangivelse.

# Indhold

|                                                           |           |
|-----------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Forord</b>                                             | <b>5</b>  |
| <b>Sammenfatning og konklusion</b>                        | <b>6</b>  |
| <b>Summary and conclusion</b>                             | <b>9</b>  |
| <b>1. Introduktion</b>                                    | <b>11</b> |
| 1.1 Baggrund                                              | 11        |
| 1.2 Formål                                                | 11        |
| 1.3 Mål og ønskede effekter                               | 12        |
| 1.3.1 Forventede miljømæssige effekter                    | 12        |
| 1.3.2 De forventede forretningsmæssige effekter           | 13        |
| 1.3.3 Den teknologiske nyhedsværdi                        | 14        |
| <b>2. Projektforløb og resultater</b>                     | <b>15</b> |
| 2.1 Projektets overordnede forløb                         | 15        |
| 2.1.1 Projektets tilgang og hovedområder                  | 15        |
| 2.1.2 Tidsmæssigt forløb                                  | 15        |
| 2.1.3 Organisering                                        | 15        |
| 2.1.4 Metodik                                             | 16        |
| 2.1.5 Resultater og effekter                              | 16        |
| 2.1.6 Miljømæssige effekter                               | 17        |
| 2.1.7 Forretningsmæssige effekter                         | 19        |
| 2.1.8 Teknologiske nyheder                                | 20        |
| 2.1.9 Effektindikatorer                                   | 20        |
| 2.2 Arbejdspakke 1, Plastteknik                           | 21        |
| 2.2.1 Forløb og metode                                    | 21        |
| 2.2.2 Resultater                                          | 23        |
| 2.3 Arbejdspakke 2, Produktion af testenheder             | 24        |
| 2.3.1 Forløb og metode                                    | 24        |
| 2.3.2 Resultater                                          | 25        |
| 2.4 Arbejdspakke 3, Produktionsoptimering                 | 25        |
| 2.4.1 Forløb og metode                                    | 25        |
| 2.4.2 Resultater                                          | 27        |
| 2.5 Arbejdspakke 4, Produktionstest                       | 27        |
| 2.5.1 Forløb og metode                                    | 27        |
| 2.5.2 Resultater                                          | 28        |
| 2.6 Arbejdspakke 5, Formidling                            | 28        |
| 2.6.1 Forløb og resultater                                | 28        |
| <b>Bilag 1: Diagram "Fra affaldsplast til dynefyld"</b>   | <b>30</b> |
| <b>Bilag 2: Forbrugertest af dyner med TEMPRAKON fyld</b> | <b>31</b> |
| <b>Bilag 3: Brugerundersøgelser</b>                       | <b>34</b> |

|                                                             |           |
|-------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Bilag 4: Test af produktionshastighed</b>                | <b>40</b> |
| <b>Bilag 5: Deltagelse på kulturnatten</b>                  | <b>41</b> |
| <b>Bilag 6: CO<sub>2</sub>-besparelse for genbrugsplast</b> | <b>42</b> |

# Forord

Projektet "Genanvendt plast som grundlag for intelligent dynefyld skal sikre grønnere soveprodukter og en sundere søvn" er finansieret under Miljøstyrelsens program MUDP 2014 og er forløbet i perioden 2014 til 2017.

Denne rapport beskriver projektresultaterne og de metoder, der er benyttet for at nå hertil.

Projektet er udført af Quilts of Denmark og Fossflakes og er ledet af Hans Erik Schmidt, Udviklingsdirektør og medindehaver af Quilts of Denmark.

Signifikante bidrag er ydet af Adam Foss, Fossflakes, Henrik Sommer og Jens Palle, Quilts of Denmark, samt fra øvrig personale på de to virksomheder.

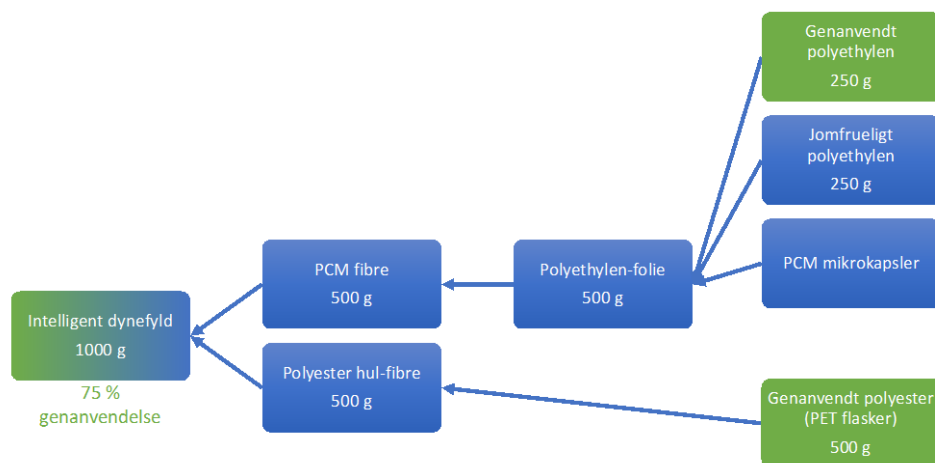
# Sammenfatning og konklusion

**Projektet viste at det var muligt at fremstille dyner med et intelligent fyld på basis af genbrugsplast, som kunder og slutforbrugerne var interesserede i at aftage.**

Formålet med projektet var at udvikle en metode til funktionel genanvendelse af polyethylen i dynefyld med fokus på miljø, økonomi samt forbrugerens velvære og sundhed. Projektet ville kunne bidrage aktivt til at styrke partnernes målsætning om at bibeholde samt skabe danske produktionsarbejdspladser i en branche, der i stigende grad flytter til lande med lavere lønninger som fx Kina. Der skulle udvikles og valideres en teknologi/metode til iblanding af indkapslet PCM i genindvundet, nedsmeltet polyethylen, så den færdige masse kunne findeles og bruges som fibre sammen med dun i danskproducerede soveprodukter.

Indenfor områderne miljø, forretning og teknik blev der opstillet en række mål der skulle opnås gennem projektets udførelse.

Miljømæssigt var det ønsket at kunne inddrage en stor andel af genbrugsplast i det intelligente dynefyld. Den oprindelige tanke omkring sammensætningen af det intelligente dynefyld, var at den skulle bestå af en andel bindemateriale i form af dun som det fugtregulerende og bæreevnegivende element og en andel aktivmateriale i form af fiberfyld med PCM mikrokapsler, som det temperaturregulerende element. I et sideløbende udviklingsforløb viste det sig imidlertid at det var muligt at producere et fyld af genbrugsplast (PET polyester) hvis egenskaber var på et niveau, der gjorde det muligt at erstatte andelen af dun i den intelligente dyne med dette fyld. Denne landvinding betyder at det på nuværende tidspunkt er muligt at producere intelligent dynefyld med et indhold af genanvendt plast på 75%.



**Figur 1 Sammensætning af dynefyld med det nyudviklede bindemateriale af genanvendt plast. Herved opnås 75 % genanvendelse**

Indenfor 5 -10 år forventes det at teknologien til fremstilling af polyethylen film med indhold af PCM mikrokapsler udvikler sig til at kunne baseres på 100 % genanvendt plast.

Forventningen var at CO<sub>2</sub> belastningen ved produktionen af en dyne kunne reduceres ved introduktionen af genbrugsplast i fibre, dels ved at erstatte dun, som er en transporttung råvare og dels ved at erstatte jomfrueligt plast med genbrugsplast. Med udgangspunkt i nøgletal fra plastbranchen vurderes det, at der kan opnås en besparelse på 350 tons CO<sub>2</sub> pr. år.

Dette tal er baseret på en årlig produktion på 85.000 dyner, 85.000 puder og 50.000 madras-beskyttere, alle med et fyld af 75 % genbrugsplast.

Yderligere vil der kunne opnås en miljøgevinst hvis fiberen anvendes i andre brancher fx som fyld i dunjakker og i soveposer.

De forretningsmæssige mål var at skabe øget omsætning og sikre danske arbejdspladser. Med projektresultatet er det blevet muligt at introducere to nye produktserier og den nuværende forventning er, at de kan introduceres kommercielt på markedet i foråret 2018. Man vil præsentere dem på verdens største bolig-tekstil messe i Frankfurt i januar 2018. I Skandinavien forventes produkterne at komme ind i ca. 90 butikker i løbet af efteråret 2018.

Produkterne ventes at kunne bibringe Quilts of Denmark en øget omsætning på op til 10 mio. kr. pr. år indenfor en 10-årig periode. Denne positive effekt vil naturligvis også slå igennem hos Quilts of Denmarks underleverandører, som forventer en øget omsætning på op til 5 mio. kr. pr. år indenfor en 10-årig periode. Det forventes at det vil skabe op til 5 nye arbejdspladser, på Quilts of Denmark samt 3 nye arbejdspladser hos underleverandører. Der forventes ikke umiddelbart indtagelse af nye markeder, men afgjort en styrkelse på de eksisterende markeder.

De tekniske mål omfattede udvikling af materialer, fibre, kompositioner og produktionsmetoder til at kunne fremstille det intelligente fyld. Disse blev opfyldt ved at Quilts of Denmark nu er den eneste dyneproducent i verden, der kan præsentere markedet og slutbrugerne for dyner med genbrugsplast inkorporeret med temperaturregulerende PCM. Der blev udviklet en metode til at producere genbrugsplastmateriale med PCM kapsler, at producere fibre af den og at producere dyner og puder i stor skala med indhold af fibre. Der blev opnået en OEKO-TEX 100 certificering på det nye fyldmateriale og derudover viste man i projektet at det er muligt at genanvende PET flasker som fyldmateriale i forbindelse med intelligent dynefyld.

Det vurderes at den fremkomne viden i projektet kan danne grundlag for et eller flere patenter hos Quilts of Denmark, Fossflakes og/eller hos samarbejdspartnerne i projektet.

Quilts of Denmark er klar til at lade fibre der er produceret på basis af genanvendt polyethylen-folie og PET flasker indgå i deres produktion af dyner og puder. Der er i projektet undersøgt muligheden for at indkøbe folier med høj indhold af genbrugsplast fra en række mulige leverandører. Flere er vurderet til at kunne levere en egnet folie baseret på genbrugsplast i industriel skala, med deres nuværende produktionsapparat.

I leverandørernes råmateriale indgår allerede store andele af genbrugsplast, hvor den overvejende del dog stammer fra plast indsamlet i industrien. Men mængden af plast der kommer fra husholdninger er støt stigende. En leverandør arbejder i dag med en andel fra husholdninger på cirka 20 % i deres genbrugsplast granulater. Disse andele forventes fortsat at stige, idet landets kommuner i stigende grad udsorterer et bredt sortiment af plast-typer og der i Danmark fortløbende udvikles på metoder og anlæg til sortering af plast.

Et væsentligt element i at producere fibre med helt optimale mekaniske egenskaber – et højt loft – er at folien har en høj trækstyrke. Hvis genbrugsplasten indeholder urenheder fx i form af farver eller fremmedlegemer svækkes trækstyrken og derfor er renheden af genbrugsplasten en afgørende faktor, når den skal vurderes egnet som basis for produktionen af intelligent fibre. I gennem projektforløbet har sourcingen af genbrugsplast i tilstrækkelig høj kvalitet til at skabe de bedste mekaniske egenskaber da også været en udfordring. Den fiber, der er fremstillet i projektet, er således heller ikke produceret med en plast der har den mest optimale trækstyrke. Plastens renhed vil være et kontinuert fokuspunkt, særligt i takt med at andelen af plast fra husholdninger i genbrugsplasten er stigende.

En anden udfordring er at der bindes mange penge i produktet tidligt i processen, bl.a. fordi produktionen af PCM microkapslerne er omkostningstung. For at kunne skabe et kommercielt

interessant produkt vil det pt. kræve at underleverandører stiller lagerkapacitet til rådighed og accepterer særlige betalingsbetingelser.

Resultaterne af projektet vil kunne bruges som grundlag for udvikling af yderligere produkter;

- fx ville kunne det være interessant at undersøge om der kunne produceres en intelligent fiber på basis af bioplast. Fosslakes arbejder i forvejen med udvikling og produktion af fibre på basis af biomaterialer.
- Det, at der nu indgår genanvendt plast i dynefyld, vil kunne være første skridt på vejen mod Cradle to cradle certificering af en dyne.



# Summary and conclusion

The project showed that it was possible to make duvets with an intelligent filling based on recycled plastic that customers and end consumers were interested in buying.

The purpose of the project was to develop a method for functional recycling of polyethylene in duvet filling with a focus on environment, economy and consumer well-being and health. The project could contribute actively to strengthening the partners' goal of maintaining as well as creating Danish production jobs in an industry that is increasingly moving to countries with lower wages, such as China. A technology / method for mixing PCM into recycled, immersed polyethylene should be developed and validated, so that the finished mass could be comminuted and used as fibers in combination with down in Danish-produced sleeping products.

Within the areas of environment, business and technology, a number of goals were set up to be achieved through the project.

Environmentally, it was desired to involve a large proportion of recycled plastic in the intelligent duvet filling. The initial thought about the composition of the intelligent duvet filling was that it should consist of a proportion of binder material in the form of down as the moisture regulating and sustaining element and a proportion of active material in the form of fiber filler with PCM microcapsules, as the temperature regulating element. In a parallel development, however, it was found that it was possible to produce a recycled plastic (PET polyester) fillet whose properties were full-level with down and thus could replace the percentage of down in the intelligent duvet as carrier material. This land reclamation means that it is currently possible to produce intelligent duvet filling with a recycled plastic content of 75%.

Within 5 to 10 years, the technology to produce polyethylene film containing PCM microcapsules is expected to be based on 100% recycled plastic.

The expectation was that the CO<sub>2</sub> foot print by the production of a duvet could be reduced by introducing recycled plastics into the fibers, partly by replacing down, which is a transport-heavy raw material, and by replacing virgin plastic with recycled plastics. Based on key figures from the plastic industry, it is estimated that a saving of 350 ton CO<sub>2</sub> can be achieved per year. This figure is based on an annual output of 85,000 quilts, 85,000 pillows and 50,000 mattress guards. In addition, an environmental benefit can be achieved if the fiber is used in other industries, for example, filling in down jackets and in sleeping bags.

The business goals were to generate increased sales and secure Danish jobs. With the project result, it has been possible to introduce two new product series and the current expectation is that they can be introduced commercially on the Danish market in spring 2018. They will be present at the world's largest housing/textile fair in Frankfurt in January 2018. In Scandinavia, the products are expected to enter approx. 90 stores in the fall of 2018. The products are expected to be able to give Quilts of Denmark an increased revenue of 10 million DKK per year in a period of 10 years. This positive effect will of course also affect Quilts of Denmark's sub-contractors that expect an increased revenue of 5 million DKK per year in a period of 10 years. It is expected that it will create up to 5 new jobs, at Quilts of Denmark and 3 new jobs at sub-contractors. The immediate intake of new markets is not expected, but definitely a strengthening in the existing markets.

The technical objectives included the development of materials, fibers, compositions and production methods to produce intelligent filling. These were met because Quilts of Denmark is

now the only duvet manufacturer in the world to present the market and end users for recycled plastic quilts incorporated with temperature regulating PCM. A method was developed to produce recycled plastics with PCM capsules, to produce fibers of it and to produce duvets with the fibers in a large-scale. An OEKO-TEX 100 certification was obtained on the new filling material, and in addition, it was shown that it is possible to use recycled PET bottles as filling material.

It is estimated that the knowledge gained in the project may form the basis of one or more patents at Quilts of Denmark, Fossflakes and / or with the partners in the project.

Quilts of Denmark is ready to let fibers produced from recycled polyethylene foil and PET bottles be included in their production of quilts and pillows. The project has explored the possibility of purchasing recycled plastics from a number of potential suppliers. Several are considered to be able to deliver – in large scale - suitable foils based on recycled plastics.

In the raw materials of the suppliers, large amounts of recycled plastics are already included, the bulk of which is derived from plastics collected in industry. But the amount of plastic that comes from households is steadily rising. A supplier currently works with a share of about 20 % in their recycled plastic granules. These shares are expected to continue to rise, as the municipalities increasingly sort out a wide range of plastic types, and Denmark continuously develops methods and systems for sorting plastics.

An important element in producing fibers with optimum mechanical properties is that the foil has a high tensile strength. If the recycled plastic contains impurities the tensile strength is weakened and therefore the purity of the recycled plastic is a determining factor when considered suitable as the basis for the production of intelligent fibers. Throughout the project, the sourcing of recycled plastics of sufficiently high quality to create the best mechanical properties has been a challenge. Thus, the fiber produced in the project is also not produced with a plastic that has the optimum tensile strength. The purity of the plastic will be a continuous focus, especially as the proportion of plastic from households in recycled plastics is increasing.

Another challenge is that high capital in the product will be tied up early in the process, partly because the production of PCM microcapsules is costly and partly because of long duration of transport. To create a commercially interesting product, it will, at the moment, require subcontractors to provide storage capacity and accept special payment terms.

The results of the project could be used as basis for developing additional products;

- For example, it might be interesting to investigate whether an intelligent fiber based bioplastic could be produced.
- The inclusion of recycled plastic in quilting can be the first step towards a Cradle to Cradle certification of a duvet.

# 1. Introduktion

## 1.1 Baggrund

Projektet Genanvendt plast som grundlag for intelligent dynefyld skal sikre grønnere soveprodukter og en sundere søvn (herefter kaldet Intelligent Dynefyld) er gennemført i et samarbejde mellem virksomhederne Quilts of Denmark og Fossflakes A/S. Projektet har modtaget støtte fra Miljø- og fødevareministeriets ecoinnovation fond - MUDP.

Quilts of Denmark er en dansk virksomhed, med produktion af funktionelle soveprodukter (dyner + puder) med naturfyld i høj kvalitet. Virksomheden har fokus på at udvikle dyner og puder, der aktivt er med til at forbedre søvnen. Virksomheden har siden sin opstart i 2000 haft samlet sine aktiviteter i Vamdrup. Disse omfatter produktion, indkøb, administration, salg /marketing og udvikling. Virksomhedens dyner og puder sælges og er kendte over store dele af verden.

Fossflakes er en dansk virksomhed der producerer dyner og ergonomiske støttepuder med fyld af plastbaserede fibre. Virksomheden har sine aktiviteter i Skive og er et anerkendt nordisk brand hvis produkter sælges i mere end 20 lande verden over.

Quilts of Denmark var de første i verden til at inkorporere phase changing materials (PCM) i dyner og puder. PCM er et miks af paraffiner, der aktivt regulerer en dynes temperatur, så den hhv. køler eller afgiver varme afhængig af den sovende persons kropstemperatur.

Quilts of Denmark har patenteret PCM teknikken.

I Quilts of Denmarks hidtidige produkter påtrykkes PCM direkte på dynernes vår i form af en overfladebehandling.

Nærværende projekt er opstået i ønsket om at inkorporere PCM direkte i fyldmaterialet til dyner og puder. Fyldet består i de nuværende produkter primært af dun, og en oplagt måde at inkorporere PCM i fyldet på, ville være at anvende en plasticfiber som bærer.

Forud for projektet havde Quilts of Denmark i samarbejde med Fossflakes gennemført tests, der viste at blanding af dun og PCM belagte polyethylenfibre kunne danne et grundlag for et intelligent fyldmateriale, der var i stand til både at fugtregulere og varmeregulere.

Plast er en værdifuld råvare, der desværre kun i begrænset omfang bliver genanvendt i højværdiprodukter. Projektets partnere ønskede at introducere råvarer i deres produktprogrammer som begrænser tæringen på jordens værdifulde råvarer og ville gerne fremme genanvendelses tankegangen. Derfor var det oplagt at lade genanvendt plast indgå som bestanddel i de nye PCM-produkter.

## 1.2 Formål

Formålet med projektet var at udvikle en metode til funktionel genanvendelse af polyethylen i dynefyld med fokus på miljø, økonomi samt forbrugerens velvære og sundhed i form af en bedre søvn. Projektet ville kunne bidrage aktivt til at styrke partnernes målsætning om at bibeholde samt skabe danske produktionsarbejdspladser i en branche, der i stigende grad flytter til lande med lavere lønninger som fx Kina.

Der skulle udvikles og valideres en teknologi/metode til iblanding af indkapslet PCM i genindvundet, nedsmeltet polyethylen, så den færdige masse kunne findeles og bruges som fibre sammen med dun i danskproducerede soveprodukter. Forventningen var at der kunne erstattes ca. 45 % dun med PCM-plastfibre, hvilket formentlig ville reducere produktets CO<sub>2</sub>-belastning betydeligt, bl.a. fordi transporten af dun mellem slagterier, renseri og produktion reduceres.

Projektet skulle altså understøtte udviklingen af en innovativ metode til genanvendelse af genbrugsplast i et dagligdagsprodukt, som nyder meget stor udbredelse globalt, nemlig dyner og puder. Dette ville give dynerne en høj nyhedsværdi i markedet og dermed øge produktets kommercielle potentiale, som vil medføre vækst for partnervirksomhederne og sikre eksisterende og nye danske produktionsarbejdspladser på Quilts of Denmarks fabrik i Vamdrup samt hos underleverandører.

### 1.3 Mål og ønskede effekter

Der blev opsat følgende mål og succeskriterier, der skulle være opnået ved projektets afslutning for at kunne sikre et optimalt og veldokumenteret resultat.

| Projektets mål                                                                                         | Succeskriterier                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Iblanding af PCM materialer i nedsmeltet genbrugsplast, samt neddeling af plastikmassen til dynefibre. | Laboratorietests af smeltepunkter for plast og PCM, homogenitet og stabilitet af den endelige plastikmasse.<br>Neddeling af massen til fibre af den helt rigtige størrelse og vægt.<br>Laboratorietests af de neddelte plastfibre PCM- egenskaber – herunder smelte- og størkningspunkter. |
| Optimal kemisk komposition i forhold til temperaturregulering af dynen.                                | Tests og analyse af endelig komposition af plastfibre ud fra temperaturregulerende egenskaber – hvilken komposition er ideel for en bedre søvn?                                                                                                                                            |
| Brugerdreven innovation.                                                                               | Test af 50 dyner i 60 dage blandt en brugergruppe på 50 uvildige voksne.                                                                                                                                                                                                                   |
| Optimering af produktionsforhold.                                                                      | Opnå optimale produktionsforhold vedr. blanding og påfyldning af plastfibre og dun i dyner og hovedpuder.                                                                                                                                                                                  |
| Etablere tillid til produktet i markedet.                                                              | Certificering af dynefibre (OEKO-TEX 100) og demonstration af produktets nyhedsværdi og egenskaber over for interessenter.                                                                                                                                                                 |

**Tabel 1 Projektets mål og succeskriterier**

#### 1.3.1 Forventede miljømæssige effekter

Ved at implementere genbrugsplast i produktionen af dyner kan der aftages et værdifuldt produkt, der i dag ofte ender som affald til forbrænding eller som element i lavværdiprodukter og genanvende det i form af nye innovative produkter, nemlig temperaturregulerende dyner og puder. Dette giver en række miljømæssige effekter:

- Genindvinding af plast: For hvert kg plast der kan genbruges i produktionen af temperaturregulerende dyner, anslås en betydelig CO<sub>2</sub> reduktion. Dels fordi plastfibrene

kan erstatte det nuværende dunfyld, som er en råvare, der kræver meget transport, og dels i kraft af at den erstatter jomfrueligt plast, der ellers ville være anvendt som råvare i fibre.

Fiberfyldet består af polyethylenfibre og polyesterfibre: Polyesterfibre kan baseres 100 % på genbrugte plastflasker. Det var ved projektets start muligt at skaffe folier produceret på basis af genbrugsplast til produktion af polyethylenfibre, hvor stort set al genbrugsplasten dog stammede fra plast indsamlet fra industrien. Det vil være en stor miljømæssig gevinst hvis andelen af genbrugsplast fra husholdninger kunne udgøre en væsentlig andel, idet der ikke findes gode afsætningskanaler for plast af denne oprindelse. I denne sammenhæng er det væsentligt at der laves en sundhedsmæssig vurdering af fibermaterialerne, så brugerne ikke udsættes for belastning. Dette søges opnået via en OEKO-TEX 100 certificering.

- Transport af dun: Konventionel produktion af dyner fordrer et energitungt transportregnskab, hvor europæiske dun primært transporteres til rensning og forarbejdning i dyneproduktioner i Kina. De færdige soveprodukter transporteres så tilbage til det europæiske marked, hvor de afsættes. Quilts of Denmark benytter sig i forvejen af europæiske dun, der renses i Europa, hvorfor man allerede har medvirket til at reducere denne CO<sub>2</sub>-belastning på miljøet. Hvis en del af dunene erstattes med plastfibre i dynefyldet, kan produktets CO<sub>2</sub>-aftryk reduceres yderligere.

### 1.3.2 De forventede forretningsmæssige effekter

De nye produkter delvist baseret på genbrugsplastfibre vil give en markedsfordel vedr. de øvrige konkurrenceparametre, der opereres ud fra i dag. Disse er: reduktion af astma og allergi, grøn omstilling af vores produktion, dansk producerede produkter og en høj teknologisk nyhedsværdi. Foruden sidstnævnte, en høj teknologisk nyhedsværdi, vil dyner baseret på 45 % plastfibre nedsætte risikoen for husstøvmider i sove miljøet yderligere, fordi fibre ikke støver og akkumulerer fugt. Det kan ikke understreges nok, hvor vigtigt et konkurrenceparameter, dette er, i branchen.

Mængden af rå-dun og -fjer kombineret med billig arbejdskraft gør, at Kina er dominerende, når det kommer til produktion af dunprodukter. Der findes i dag over 200 producenter af dyner i Kina. Her skal der konkurreres på kvalitet og på at der ikke tilføres voldsomme fragtomkostninger og miljøbelastning på flytning af dun og færdige dyner/puder. Ved at udvikle nye plastfibre til produktion af produktsortimenterne skal der ikke i samme høje grad som tidligere lagføres en række basisprodukter (fyld) med stor kapacitet. I modsætning til konkurrenterne vil man derfor ikke længere udelukkende være bundet op på den prismæssige konkurrence på basisvarer, som i høj grad præger dyneindustrien i dag. Dette vil give en konkurrencefordel, fordi man i høj grad kan fokusere på kommercialiseringen af udviklingsaktiviteterne – en kommercialisering, der skal understøtte den vækst, som de nye produkter baner vejen for.

Teknologien forventes konkurrencedygtig umiddelbart efter projektafslutning. Quilts of Denmarks vigtigste markeder, hvor der afsættes via agenter, distributører og private labels: Danmark (JYSK, Idémøbler, ILVA, Magasin, Salling, Dansk Supermarked, Sengespecialisten, Drømmeland, Botex-kæden m.fl.), Sverige (IKEA, JYSK, Hemtex, SOVA, Sängjättn, MIO, m.fl.), Tyskland (Dänisches Bettenlager m.fl.), England (John Lewis, Marks and Spencer, Harrods, m.fl.).

I USA har Quilts of Denmark et solidt patent vedr. PCM i dyner og puder, som forventes brugt til at indtræde på det amerikanske marked.

Det forventes at projektet vil bidrage aktivt til at styrke Quilts of Denmarks målsætning om at bibeholde samt skabe danske produktionsarbejdspladser i en branche, der i stigende grad flytter til lavtlønslande som fx Kina.

### 1.3.3 Den teknologiske nyhedsværdi

Med aktiviteterne i dette projekt vil Quilts of Denmark blive den eneste dyneproducent i verden, der kan præsentere markedet og slutbrugerne for dyner med genbrugsplast og PCM; et miljøvenligt, grønt produkt med endnu bedre egenskaber til at reducere risikoen for astma og allergi samt betingelserne for en sund og god søvn i form af temperaturregulering.

I projektet vil blive udviklet en ny teknologi til genbrug af plastaffald i produktionen af en brugsgenstand, som en stor del af verden kender og bruger i dagligdagen, nemlig dynen og hovedpuden.

Plasten kommer fra genanvendt polyethylen som nedsmeltes til en flydende masse, hvorefter indkapslede PCM i form af paraffiner iblandes. Herefter produceres en tynd folie af masse og denne neddeles til fibre, der kan bruges som fyld i dyner og puder. Denne teknik er ikke tidligere anvendt og der vil skulle udvikles metoder til at opnå helt rette sammensætning og forhold for at kunne producere den optimale fiber.

Det vurderes sandsynligt at der ville opstå viden som kan patenteres.

Indarbejdelsen af PCM i fibre handler i sagens natur om netop fibre. I projektet arbejdes der med forskellige fiberformer og de typer der giver det bedste resultat identificeres. Projektet vil undersøge muligheden for at genanvende PET flasker.

I projektets forsøgsfase, vil der blive anvendt relativt små mængder plast, og disse vil blive indkøbt ad hoc. Når teknologien til dynefyldet er på plads, er håbet at kunne indkøbe plast fra husholdningsaffald i tilstrækkelig høj kvalitet.

Der vil søges at opnå en OEKO-TEX 100 certificering på det nye fyldmateriale.

## 2. Projektforløb og resultater

### 2.1 Projektets overordnede forløb

I det følgende afsnit beskrives projektets overordnede strukturering, forløb og resultater.

#### 2.1.1 Projektets tilgang og hovedområder

For at sikre kvalificerede løsninger til udfordringerne og ønskerne beskrevet i afsnit 1.3 blev projektet inddelt i fem faser - arbejdsplaner - hvis samlede resultater leder til de endelige konklusioner og teknologivalg.

- Arbejdspakke 1, Plastteknisk projektfase: Projektsamarbejdet mellem parterne indledes med udarbejdelsen af en detaljeret behovsaflæring vedrørende inkorporering af PCM i genbrugsplast. Udviklingsforløbet planlægges i detaljer på baggrund af laboratorietests.
- Arbejdspakke 2, Produktion af testenheder og forbrugertests: På Quilts of Denmark's fabrik produceres testenheder (dyner og puder), der i en periode på 60 dage testes af et brugerpanel.
- Arbejdspakke 3, Produktionsoptimering: Afdækning af den mest optimale løsning på at inkorporere de nye plastfibre i den eksisterende produktionslinje på fabrikken i Vamdrup.
- Arbejdspakke 4, Produktionstest: Produktion af 350 dyner og puder indeholdende den nye PCM-fiber i et kontinuerligt proces flow på fabrikken i Vamdrup.
- Arbejdspakke 5: Præsentation af de udviklede dyner og puder for kunder og forbrugere via workshops, pressemeddelelser og markedsføringsmateriale.

#### 2.1.2 Tidsmæssigt forløb

Projektet er gennemført i perioden november 2014 til december 2017. Der er undervejs indtruffet forsinkelser i projektet på grund af dels at man løb ind i udfordringer med at producere en polyethylenfolie med tilstrækkelig styrke til at kunne producere fibre og dels at man ventede på udviklingen og produktionen af et bindemateriale (polyester) med tilstrækkelig renhed. De fem projektfaser har haft tidsmæssige overlap, men er overordnet set forløbet i en kontinuerlig proces.

#### 2.1.3 Organisering

Quilts of Denmark fungerer som konsortiets projektholder med overordnet ansvar for ledelse, fremdrift, leverancer, økonomi og tidsplan. Projektpartner Fossflakes bidrager til projektet med sin ekspertise vedr. fremstilling af plastfibre til soveprodukter.

I projektets indledende fase var R&D manager Jens Palle, Quilts of Denmark, den overordnede projektleder. Rollen blev efter ca. 6 mdr. overdraget til udviklingsdirektør Hans Erik Schmidt, Quilts of Denmark.

Der blev nedsat en styregruppe, med personer som besad den nødvendige erfaring inden for plastteknik og dyne produktion. De gennemgående personer var Hans Erik Schmidt, Jens Palle og Henrik Sommer fra Quilts of Denmark samt Adam Foss fra Fossflakes suppleret med udviklingspersonale og produktionspersonale relevant for projektets aktuelle stadie.

For at sikre fremdriften i projektet, afholdt styregruppen fast møder hver anden uge gennem hele projektperioden

Der blev etableret en følgegruppe, bl.a. med deltagelse af Søren Freil, Miljøstyrelsen. Gruppen har haft et fysisk møde, fulgt op af telefonsamtaler efter behov.

Derudover blev der indhentet ekspertviden fra virksomheder der beskæftiger sig med genbrug af plast (Dansk Affald, Vojens, Aage Vestergaard Larsen og Søren Dromph), og med "micro-encapsulation" (Outlast, USA og Microtek, USA).

Mod afslutningen af projektet blev Fossflakes rolle i projektet reduceret, da der var udfordringer med at anvende Fossflakes metode til produktion af fibre og en anden underleverandør blev inddraget i stedet.

## 2.1.4 Metodik

Projektet er udført via

- workshops med specialister, mulige kunder og samarbejdspartnere
- laboratorietest hos underleverandører og samarbejdspartnere
- testproduktioner hos partnere, samarbejdspartnere og underleverandører
- test i brugerpanel
- udstillinger på messer
- dialog med kernekunder

## 2.1.5 Resultater og effekter

Alle målene der blev opsat for projektet ved dets opstart blev opnået gennem projektforløbet. I nedenstående tabel ses opstillingen af målene, disses succeskriterier og de opnåede resultater.

| Projektets mål                                                                                         | Succeskriterier                                                                                                                                                                                                                                                                            | Opnået resultat                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Iblanding af PCM materialer i nedsmeltet genbrugsplast, samt neddeling af plastikmassen til dynefibre. | Laboratorietests af smeltepunkter for plast og PCM, homogenitet og stabilitet af den endelige plastikmasse.<br>Neddeling af massen til fibre af den helt rigtige størrelse og vægt.<br>Laboratorietests af de neddelte plastfibre PCM- egenskaber – herunder smelte- og størkningspunkter. | Der er udført et stort antal tests med iblanding af PCM kapsler i forskellige genbrugsplastmasser.<br>Der er produceret forskellige typer fibre på to forskellige produktionsanlæg.<br><br>PCM-fibre evne til at optage, afgive og lagre energi er kortlagt.<br>PCM-fibre smelte og størkningspunkter er fastlagt.               |
| Optimal kemisk komposition i forhold til temperaturregulering af dynen.                                | Tests og analyse af endelig komposition af plastfibre ud fra temperaturregulerende egenskaber – hvilken komposition er ideel for en bedre søvn?                                                                                                                                            | Baseret på forskellige testblandinger af materialet, hvor forholdet mellem PCM-fibre og dun varierede i spændet 10/90 til 50/50 blev en blanding med 30% PCM-fiberindhold fastlagt til at have den optimale sammensætning.                                                                                                       |
| Brugerdreven innovation.                                                                               | Test af 50 dyner i 60 dage blandt en brugergruppe på 50 uvildige voksne.                                                                                                                                                                                                                   | Der er testet 50 dyner i 60 dage blandt en brugergruppe på 50 uvildige voksne. Se Bilag 2 og Bilag 3.                                                                                                                                                                                                                            |
| Optimering af produktionsforhold.                                                                      | Opnå optimale produktionsforhold vedr. blanding og påfyldning af plastfibre og dun i dyner og hovedpuder.                                                                                                                                                                                  | Der blev udført en 10 tests på produktionsanlægget med fyldning af ca. 75 dyner med den nye blanding af PCM-fibre og dun.<br>Hvert step af fyldeprocessen blev gennemgået og optimeret/ombygget i forhold til produktionstid og effektivitet.<br>Der blev fundet en metode, hvorved der kan opnås korrekt fyldevægt i hver skud. |



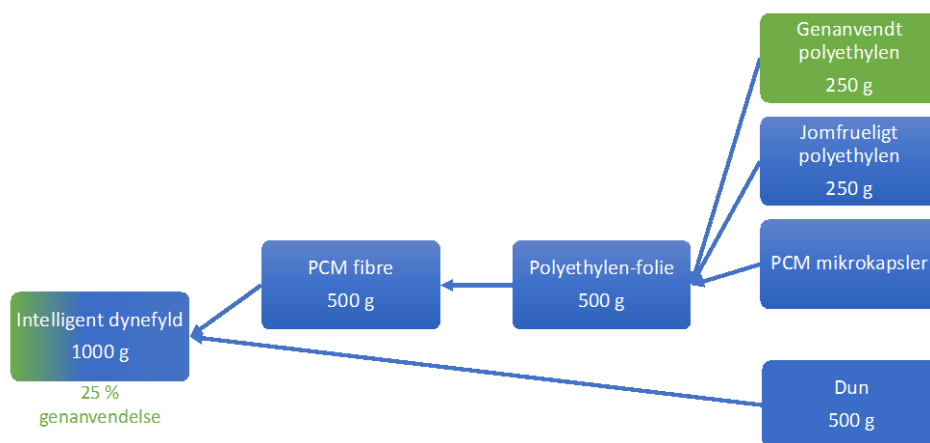
|                                           |                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                           |                                                                                                                                          | <p>Udført analyse og planlægning af logistik og lagerforhold for fremtidig produktion af fyld med PCM-fibre.</p> <p>Der blev produceret 350 enheder (dyner og puder) en blanding af PCM-fiberfyld og dun i forholdet 30/70 på Quilts of Denmark's fabrik i Vamdrup.</p> <p>Der blev udviklet en metode, hvorved produktionshastigheden af dyner og puder kunne øges væsentligt, således at produktionspris nåede et niveau der var kommercielt interessant.</p> |
| Etablere tillid til produktet i markedet. | Certificering af dynefibrene iht OEKO-TEX® standard 100 og demonstration af produktets nyhedsværdi og egenskaber over for interessenter. | <p>Der blev opnået en deklaration på fiberfyldet i henhold til OEKO-TEX® standard 100 klasse 1.</p> <p>Dyner og puder med de udviklede fibre blev demonstreret for kunder på messer, workshops, events mm.</p>                                                                                                                                                                                                                                                  |

**Tabel 2 Mål for projektet, succeskriterier og reelt opnåede mål**

### 2.1.6 Miljømæssige effekter

Projektet viste at det er muligt at anvende genbrugsplast som base for et intelligent dynefyld; råvaren til PCM-fibre i de producerede enheder i projektet er baseret på genanvendt plast, som stammer fra det tyske indsamlingssystem.

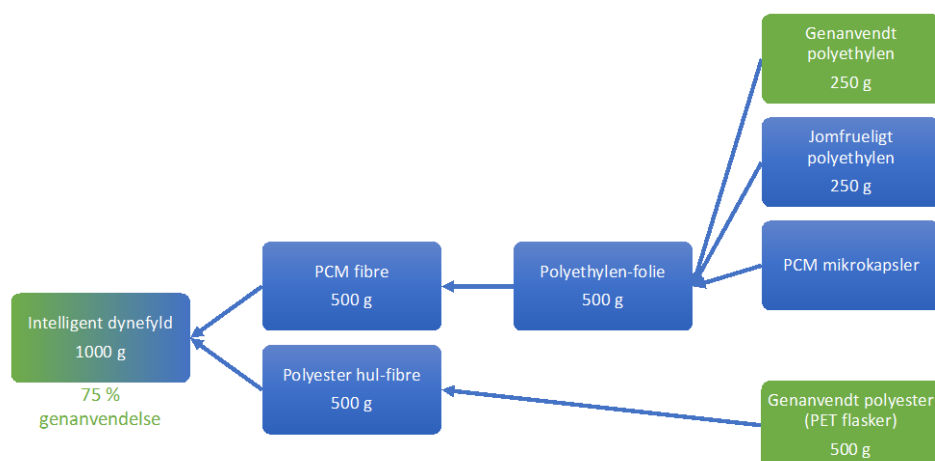
Den oprindelige tanke omkring sammensætningen af den intelligente dynefyld, var at den skulle bestå af en andel bindemateriale i form af dun som det fugtregulerende og bæreevngivende element og en andel aktivmateriale i form af fiberfyld med PCM mikrokapsler, som det temperaturregulerende element.



**Figur 2 Sammensætning af 1000 g dynefyld iht. til den oprindelige plan, hvor bindematerialet er dun**

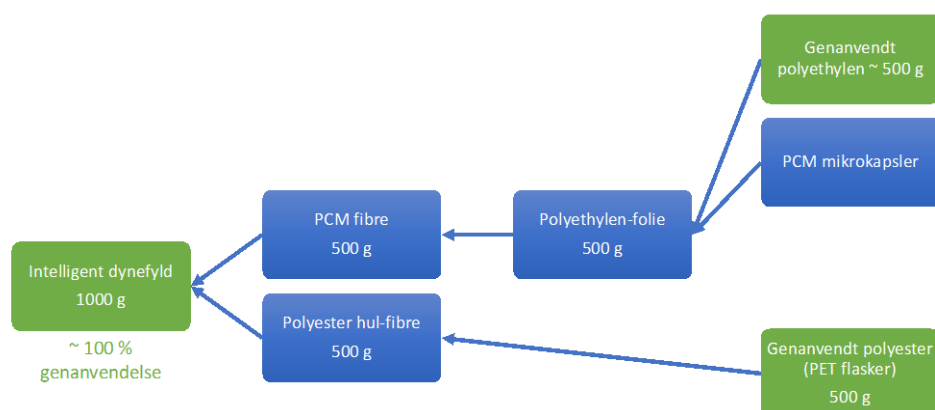
I et sideløbende udviklingsforløb viste det sig imidlertid at det var muligt at producere et fyld af genbrugsplast (PET polyester) hvis egenskaber var på et niveau, der gjorde det muligt at erstatte andelen af dun i den intelligente dyne med dette fyld.

Denne landvinding gør at det på nuværende tidspunkt er muligt at producere intelligent dynefyld med et indhold af genanvendt plast på 75%.



**Figur 3 Sammensætning af 1000 g dynefyld med det nyudviklede bindemateriale af genanvendt plast. Herved opnås 75 % genanvendelse**

Indenfor 5 -10 år forventes det at teknologien til fremstilling af polyethylen film med indhold af PCM mikrokapsler udvikler sig til at kunne baseres på 100 % genanvendt plast.



**Figur 4 Sammensætning af 1000 g dynefyld ved 100 % genanvendelse**

Forventningen var at CO<sub>2</sub> belastningen ved produktionen af en dyne kunne reduceres ved introduktionen af genbrugsplast i fibre, dels ved at erstatte dun, som er en transporttung råvare og dels ved at erstatte jomfrueligt plast med genbrugsplast. Kvantificeringen af den opnåede CO<sub>2</sub> gevinst fås ved at anvende nøgletal fra Aage Vestergaard Larsen A/S som er producent af granulat på basis af genbrugsplast. De angiver at miljøet spares for 2,4 kilo CO<sub>2</sub> udslip for hvert kilo plast, der genanvendes. Se bilag 6. Med udgangspunkt i disse nøgletal vurderes det, at der kan opnås en besparelse på 350 tons CO<sub>2</sub> pr. år. Dette tal er baseret på en årlig produktion på 85.000 dyner, 85.000 puder og 50.000 madrasbeskyttere, alle med et fyld af 75% genbrugsplast.

Yderligere vil der kunne opnås en miljøgevinst hvis fiberen anvendes i andre brancher fx som fyld i dunjakker og i soveposer.

Quilts of Denmark står nu klar som aftagere af fibre, der er produceret på basis af genanvendt polyethylenfolie og PET flasker.

Der er i projektet undersøgt muligheden for at indkøbe folier med høj indhold af genbrugsplast fra en række mulige leverandører så som: Aage Vestergaard Larsen A/S, Trioplast Nyborg A/S, Norfolier GreenTec AS, samt er række tyske leverandører. Både Trioplast Nyborg A/S og Norfolier GreenTec AS er vurderet til – i industriel skala - at kunne levere en egnet folie baseret på genbrugsplast med deres nuværende produktionsapparat.

I leverandørernes råmateriale indgår allerede store andele af genbrugsplast, hvor den overvejende del dog stammer fra plast indsamlet i industrien. Men mængden af plast der kommer fra husholdninger er støt stigende og har været det gennem projektforløbet. Aage Vestergaard Larsen A/S oplyser at de p.t. arbejder med en andel fra husholdninger på cirka 20% i deres genbrugsplast granuler. Disse andele forventes fortsat at stige, i det landets kommuner i stigende grad udsorterer et bredt sortiment af plasttyper og der i Danmark fortløbende udvikles på metoder og centrale anlæg til sortering af plast.

Et væsentligt element i at producere fibre med optimale mekaniske egenskaber – et højt loft – er at folien har en høj trækstyrke. Hvis genbrugsplasten indeholder urenheder fx i form af farver eller fremmedlegemer svækkes trækstyrken og derfor er renheden af genbrugsplasten en afgørende faktor, når den skal vurderes egnet som basis for produktionen af intelligent fibre. I gennem projektforløbet har sourcingen af genbrugsplast i tilstrækkelig høj kvalitet til at skabe de bedste mekaniske egenskaber da også været en udfordring. Den fiber, der er fremstillet i projektet, er således heller ikke produceret med en plast der har den mest optimale trækstyrke. Plastens renhed vil være et kontinuert fokuspunkt, særligt i takt med at andelen af plast fra husholdninger i genbrugsplasten er stigende.

### 2.1.7 Forretningsmæssige effekter

På baggrund af resultaterne opnået i projektet samt fra sideløbende udviklingsaktiviteter planlægger Quilts of Denmark at markedsføre to nye produktserier; Techline og Greenline.

Techline serien er det intelligente temperaturregulerende produkt, hvis fyld består af 50% polyesterfibre (genanvendt plast) og 50 % PCM-fibre (baseret på ca. 50% genanvendt polyethylen).

Greenline serien er det grønne produkt med fyld af 100 % genbrugsplast og vår af økologisk bomuld.



**Figur 5 Dyne fra Techline serien med fyld af PCM-fibre og genbrugsplastfibre**



**Figur 6 Dyne og pude fra Greenline serien med fyld af genbrugsplastfibre og vår af økologisk bomuld.**

Det forventes at det udviklede produkt kan introduceres kommercielt på markedet i DK i foråret 2018. Man vil præsentere det på verdens største bolig-tekstil messe i Frankfurt i januar 2018. Produktet ventes at kunne bibringe Quilts of Denmark en øget omsætning på op mod 10 mio kr. pr år i løbet af en 10-årig periode. Der forventes ikke umiddelbart indtagelse af nye markeder, men afgjort en styrkelse på de eksisterende markeder.

### 2.1.8 Teknologiske nyheder

I projektet er opnået følgende overordnede teknologiske landvindinger.

- Quilts of Denmark er nu den eneste dyneproducent i verden, der kan præsentere markedet og slutbrugerne for dyner med genbrugsplast inkorporeret med temperaturregulerende PCM.
- Der er udviklet en metode til at producere genbrugsplastmateriale med PCM kapsler, at producere fibre af den og at producere dyner og puder i stor skala med indhold af fibre.
- Projektet viste muligheden for at genanvende PET flasker som fyldmateriale i forbindelse med intelligent dynefyld.
- Der blev opnået en OEKO-TEX 100 certificering på det nye fyldmateriale.
- Det vurderes at den fremkomne viden i projektet kan danne grundlag for et eller flere patenter hos Quilts of Denmark, Fosslakes og/eller samarbejdspartnerne i projektet.

### 2.1.9 Effektindikatorer

I nedenstående tabel er vurderet effekter på tre forskellige parametre der indikerer projektets overordnede effekt i løbet af en 10-årig periode.

| Indikator                                  | Forventet effekt<br>10 år                                             |
|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| Ny omsætning                               | Quilts of Denmark: 10 mio. kr./år<br>Underleverandører: 5 mio. kr./år |
| Nye arbejdspladser i Danmark               | Quilts of Denmark: 5 stk.<br>Underleverandører: 3 stk.                |
| Indhold af genanvendt materiale i dynefyld | 75 %                                                                  |

**Tabel 3 Effektindikatorer i løbet af en 10-årig periode**

## 2.2 Arbejdspakke 1, Plastteknik

I arbejdspakke 1 blev kriterier og muligheder for produktion af et fiberfyld bestående af genbrugsplast med inkorporering PCM fastlagt.

Arbejdspakken var opdelt i følgende elementer:

- Arbejdsgrundlag for plastteknisk fase.
- Design af laboratorietests.
- Kortlægning af succeskriterier.
- Deklarering af plastfibre med PCM.
- Etablering af testgruppe til test af dyner og puder.

### 2.2.1 Forløb og metode

Arbejdsgrundlag for plastteknisk fase, design af laboratorietests og kortlægning af succeskriterier:

I denne fase lykkedes det at finde en metode hvor genbrugspolyethylen er base for folien til fremstilling af fibre og hvor microkapslerne forbliver stabile ved de temperaturer, der er nødvendige for at fremstille de tynde folier.

Fasen blev indledt med at projektets styregruppe definerede succeskriterierne for hver enkelt delområde i projektet og kortlagde hvilke laboratorietests, der kunne anvendes for at eftervise de ønskede kriterier. De omfattede smeltepunktsbestemmelse for PCM og plast, den blandede masses homogenitet og stabilitet, samt neddelingen heraf (fibreens vægt og massefylde). Succeskriterierne omfattede: massefylde, vægt, fibreens optimale tæthed i sammenblanding med dun. Succeskriterierne blev opjusteret i takt med, at kendskabet til produktets egenskaber steg.

Hos de amerikanske samarbejdspartnere Outlast og Microtek blev der fremstillet en masterbatch-blanding af granulat med genanvendt polyethylen med PCM microkapsler i størrelsen 2-5 µm.

Ved laboratorietests udført hos Outlast blev det demonstreret at microkapslerne forblev stabile ved temperaturer op til 220 °C, hvilket muliggjorde en sprøjtestøbning af granulatet, indeholdende microkapslerne, til en tynd folie. Folien er grundlaget for den senere opskæring til fibre der udgør det aktive fyldmateriale.

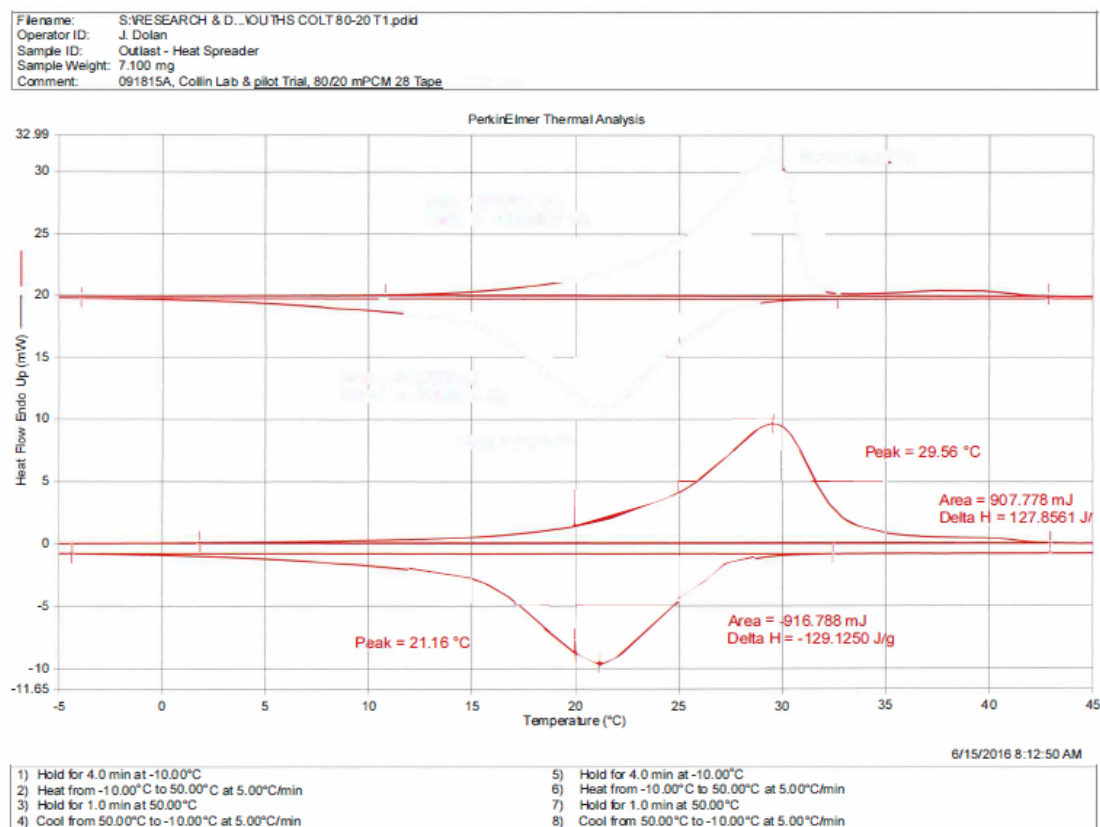
Det viste sig dog at være en udfordring at producere en polyethylenfolie der havde en tilstrækkelig styrke til at kunne producere fibre, når PCM microkapslerne indgik i materialet, fordi microkapslerne svækkede strukturen i plasten. For at kompensere for den manglende styrke af folien, måtte man nedsætte produktionshastigheden, når fibre skulle fremstilles.

Firmaet Outlast understøttede videreudviklingen af PCM materialer, der vil kunne tåle de høje temperaturer, som produktion af genbrugsplast kræver.



**Figur 7** Skåret folie indeholdende PCM microkapsler. Folien blev fremstillet og testet i forskellige tykkelser. I folien indgår 50 % genbrugsplast.

Firmaet Outlast, USA, som er leverandør af PCM materialet, udarbejdede en analyse, der viste hvor stor en energimængde, der kan opsamles i folie indeholdende micro PCM kapsler. Resultatet var at den energimængde der kan opsamles, lagres og afgives er målt til 137 J/g. Det var et meget tilfredsstillende resultat, da succeskriteriet var defineret til 55 J/g. En udskrift fra analysen er vist i Figur 8.



**Figur 8** Energimængde der kan opsamles, lagres og afgives i fibre

De fremstillede fibre blev blandet med dun og anvendt som fyld i testdyner og puder. Disse dyner blev testet af Quilts of Denmark eksisterende brugerpanel, hvor man i forvejen kendte brugernes profiler i forhold til søvn. Fx i hvilken grad vedkommende sveder eller fryser under søvn.

Det viste sig at være en udfordring at få de nyudviklede plastfibre, til at binde sig til de naturlige dunfibre, således at fyldmaterialet til dynerne forblev homogen ved brug og også efter vask. De to materialer har forskellige vægtfylde, hvilket gør at de let skilles. Udfordring blev løst ved at tilføje specielle "bindefibre" af polyester, som var blevet udviklet sideløbende med projektet.

#### Leverandører af egnede folier:

Der er i projektet undersøgt muligheden for at indkøbe folier med høj indhold af genbrugsplast fra en række mulige leverandører så som: Aage Vestergaard Larsen A/S, Trioplast Nyborg A/S, Norfolier GreenTec AS, samt en række tyske leverandører. Der er lavet tests på forskellige genbrugs kvaliteter fra en del af disse leverandører.

Både Trioplast Nyborg A/S og Norfolier GreenTec AS er vurderet til at levere en egnet folie baseret på genbrugsplast i industriel skala, med deres nuværende produktionsapparat.

I leverandørernes råmateriale indgik allerede store andele af genbrugsplast, hvor den overvejende del dog stammede fra plast indsamlet i industrien. Mængden af plast der kommer fra husholdninger er støt stigende, og har været det gennem projektforløbet, og Aage Vestergaard Larsen A/S oplyser at de p.t. arbejder med en andel på cirka 20% i deres genbrugsplast granulat. Disse andele forventes fortsat at stige, i det landets kommuner i stigende grad udsorterer et bredt sortiment af plasttyper.

Et væsentligt element i at producere fibre med optimale mekaniske egenskaber – et højt loft – er at folien har en høj trækstyrke. Hvis genbrugsplasten indeholder urenheder fx i form af farver eller fremmedlegemer svækkes trækstyrken og derfor er renheden af genbrugsplasten en afgørende faktor, når den skal vurderes egnet som basis for produktionen af intelligent fibre. I gennem projektforløbet har sourcingen af genbrugsplast i tilstrækkelig høj kvalitet til at skabe de bedste mekaniske egenskaber da også været en udfordring. Den fiber, der er fremstillet i projektet, er således heller ikke produceret med en plast der har den mest optimale trækstyrke. Plastens renhed vil være et kontinuert fokuspunkt, særligt i takt med at andelen af plast fra husholdninger i genbrugsplasten er stigende.

Deklaration af plastfibre med PCM: Råmaterialerne til den nyudviklede dynefyld blev testet og det blev afklaret at de alle lever op til OEKO-TEX 100 standard - klasse 1.

Denne deklARATION er baseret på folier der består af genbrugsplast, som indeholder en mindre andel af plast fra husholdninger.

I takt med at forholdet mellem plast indsamlet fra industri hhv. fra husholdninger ændrer sig, vil deklARATIONen blive revurderet.

Etablering af testgruppe: Der blev etableret en testgruppe bestående af 50 uvildige personer til test af de nyudviklede

dyner og puder. Gruppen bestod af et repræsentativt udsnit af befolkningen og gruppen blev rekrutteret via Facebook, via kunde og medarbejdere og via Quilts of Denmarks eksisterende brugerpanel.

## **2.2.2 Resultater**

Følgende resultater blev opnået gennem afviklingen af Arbejdspakke 1.

- Det lykkedes at finde en metode hvor genanvendt polyethylen er base for folien og hvor microkapslerne forbliver stabile ved de temperaturer, der er nødvendige for at fremstille de tynde folier.
  - Det blev vist at PCM microkapsler forbliver stabile ved temperaturer op til 220 °C
  - Det blev vist at det var muligt at blande temperaturregulerende PCM microkapsler i flydende genbrugspolyethylen.

- Der blev produceret en polyethylen-film af genanvendt polyethylen indeholdende PCM microkapsler.
- Plastfibrenes temperaturregulerende egenskaber blev fastlagt .
- Der blev identificeret leverandører, der vil kunne producere en egnet folie på basis af genbrugsplast i industriel skala.
- Der blev udviklet en teknik til at bevare en homogen blanding af fyldmateriale ved brug og ved vask.
- Der blev opnået en deklaration på fiberfyldet i henhold til OEKO-TEX® standard 100 klasse1.
- Der blev etableret en brugergruppe på 50 personer.

## 2.3 Arbejdspakke 2, Produktion af testenheder

Arbejdspakke 2 var dedikeret til produktion af testenheder og til forbrugertests. Der blev udført dels en test af materialets egenskaber, dels en forbruger test af færdige dyner

Arbejdspakken var opdelt i følgende elementer:

- Produktion af 50 testenheder
- Testfase.
- Dataindsamling.
- Analyse.

### 2.3.1 Forløb og metode

Produktion af testenheder: Forud for produktionen af testenhederne, blev der blevet lavet kapacitetsmålinger på fyldmaterialets evne til at temperatur og fugtregulere i forskellige testblandinger af materialet, hvor forholdet mellem plastfibre med PCM og dun varierede i spændet 10/90 til 50/50. Vaskbarheden af materialet blev også testet for hver testblanding.

Den generelle trend for kapaciteten til at temperaturregulere var som følger:

- Blandinger med under 15 % PCM-fibre havde minimal effekt.
- I blandinger med PCM fiber indhold mellem 15 % og ca. 45 % steg evnen til at temperaturregulere proportionalt med PCM-fiberindholdet.
- Hvis blandingen oversteg 45 % PCM-fiberindhold steg evnen ikke i samme takt.

Den generelle trend for kapaciteten til at fugtregulere var som følger:

- I Blandinger under 15 % PCM-fiberindhold kunne der ikke måles en effekt.
- I blandinger med PCM-fiberindhold mellem 15 % og ca.40 % steg evnen til at fugt regulere
- Der blev lavet en enkelt måling med en blanding med 60 % PCM-fibre, der viste at evnen til at fugtregulere faktisk faldt i forhold til en 40%-blanding. Dette skyldes sandsynligvis at dun i sig selv har en god evne til at fugtregulere og denne evne reduceres hvis der er for stor andel plastfiber i blandingen.

Den generelle trend for vaskbarheden af dynerne var som følger:

- På blandinger med over 40 % PCM-fiberindhold var der en trend til at fyldet skilles ad under vask. Kunstfiberen samlede sig i en "klump" i hver af dynernes celler.

Baseret på ovenstående testresultater blev det besluttet at lave 50 testdyner i en blanding med 30% PCM-fiberindhold.

Testfase: Der blev udvalgt 50 testpersoner med en fordeling af alder og køn der var repræsentativ i forhold til kundesegmentet. Testpersonerne besvarede forud for testen et spørgeskema, som fastlagde hvilke produkter de normalt sov i og eventuelle søvnproblemer, de måtte have. Testpersonerne sov i deres eget hjem i 60 dage med testdynerne og -puderne med 30 % PCM-plastfibre i. Testperioden var i november og december 2015.



Dataindsamling: Testpersonerne førte logbøger og besvarede spørgsmål om deres søvnoplevelser. Der blev derudover afholdt samtaler med udvalgte personer for at opnå yderligere input. Se eksempler på spørgsmål og besvarelser i Bilag 3: Brugerundersøgelser

Analyse: De indkomne besvarelser viste at dyner fyldt med en blanding af polyethylenfibre med PCM og dun for hovedpartens vedkommende forbedrede temperaturreguleringen, forårsagede mindre sved og generelt forbedrede søvnoplevelsen, sammenlignet med normale dundyner. Se resultatet af testen i Bilag 2: Forbrugertest af dyner med TEMPRAKON fyld.

## 2.3.2 Resultater

Følgende resultater blev opnået gennem afviklingen af Arbejdspakke 2:

- Identifikation af det blandingsforhold der gav det mest optimale fyld, men hensyn til søvnforbedrende egenskaber (temperatur og fugt regulering), vaskbarhed og generel komfort
- Der blev produceret 50 testenheder
- Der blev gennemført en forbrugertest, der viste at dyner fyldt med en blanding af polyethylenfibre med PCM og dun forbedrede folks søvnoplevelser, sammenlignet med normale dundyner.

## 2.4 Arbejdspakke 3, Produktionsoptimering

Arbejdspakke 3 var dedikeret til at finde den mest optimale løsning på at inkorporere plastfibre i produktionen af dyner og puder på Quilts of Denmark's fabrik i Vamdrup.

Arbejdspakken var opdelt i følgende elementer:

- Afvejning.
- Fødning.
- Lageroptimering.
- Kvalitetskontrol.
- Invitation af interessenter til demonstrationsaktiviteter.

### 2.4.1 Forløb og metode

Der blev udført en række fylde-test med tilhørende nødvendige tekniske ændringer af produktionsudstyret. Det viste sig at et fyldmateriale med indhold af både kunstfiber (med PCM materiale) og dun, opfører sig væsentlig anderledes i produktionsprocessen end rene dunblandinger. I produktion af dundyner, foregår transporten og fyldningen af dunene ved, at dunene flyttes rundt i et rørsystem i luftbåret tilstand. Da kunstfiber og dun har forskellige vægtylde, var det en udfordring at bibeholde en ensartet blanding igennem systemet og ud i dynerne.

Afvejning: Det var en udfordring at få ensartede afvejninger til doseringen af fyldet til de enkelte celler i dynerne. Fiberen gjorde det besværlig at fylde og tømme vægten, blandt andet på grund af at fibrene skabe statisk elektricitet og formentlig også på grund af forskellige vægtylde i de to materialer. Det betød at produktionshastighed blev nedsat væsentligt, fra normalt over 50 dyner i timen til nu kun ca. 15 dyner i timen. Der blev indledt et samarbejde med en dansk maskinleverandør, der er ekspert på produktionsanlæg til dyneproduktion. Der blev fundet tekniske løsninger til de fleste af disse udfordringer, blandt andet blev der etableret jordforbindelse på hele fyldesystemet.



**Figur 9 Anlæg til afvejning af fyldmateriale**

Fødning: Der blev udført en række fyldetest for at finde den bedste måde at fylde dynerne på, herunder hvordan fibrene placerer sig i dynens kamre. Dette er vigtigt af hensyn til dynens kvalitet, og for forbrugerens oplevelse af dynens egenskaber bl.a. hvordan dynen føles på kroppen. Anlægget til automatisk at trække vårene på fyldemaskinen, som Quilts of Denmark selv har udviklet, måtte tilrettes til den nye fyld, så den krævede mindre arbejdskraft og produktionshastigheden kunne sættes op.



**Figur 10 Anlæg til fylde vårene.**

Lageroptimering: Det var afgørende for projektets succes at kunne opnå en god logistik således at driftsøkonomien vil kunne hænge sammen. Produktionen af fyldemateriale baseret på genbrugsplastfyld med PCM har en lang produktionskæde. Startende med PCM kapslerne, der bliver lavet i USA, til folieproduktion p.t. i Tyskland, over fiberproduktion også i Tyskland og til blanding med dun og polyester på fabrikken i Vamdrup. Transporttiden kan være op til 3 måneder fra PCM kapslerne produceres, til det færdige fyld er klar. Samtidig bindes der meget kapital i materialet i første step, da PCM kapslerne er dyre.

Quilts of Denmark har sikret sig at underleverandørerne er villige til at investere i projektet ved at holde lager og give betalingsbetingelser, det gør det muligt for Quilts of Denmark at få et fornuftigt cash flow. Det færdigblandede fyld kræver stor lagerplads. Der forudses derfor at en fremtidig produktion skal indeholde en fleksibel blandeoperation, så der kan blandes mindre mængder efter behov.

Kvalitetskontrol: Quilts of Denmark havde i forvejen et springssystem til dun, der er baseret på den europæiske dyrevelfærdslovgivning. Dette system blev udvidet, så det også kan bruges, selvom dunene blandes med fiber. Endvidere blev der opstillet krav for de egenskaber som Quilts of Denmark kræver af fibrene.

Invitation af interessenter til demonstrationsaktiviteter: Foreløbige resultater fra tests blev præsenteret for JYSK og for to større engelske kunder.

## 2.4.2 Resultater

Følgende resultater blev opnået gennem afviklingen af Arbejdspakke 3:

- Der blev udført en række test på produktionsanlægget med fyldning dyner med den nye blanding af PCM-fibre og dun.
- Hvert step af fyldeprocessen blev gennemgået og optimeret/ombygget i forhold til produktionstid og effektivitet.
- Der blev fundet en metode, hvorved der kan opnås korrekt fyldevægt i hver skud.
- Udført analyse og planlægning af logistik og lagerforhold for fremtidig produktion af fyld med PCM-fibre.
- Der blev indgået aftaler med underleverandører om lagerforhold og betalingsbetingelser der sikrer Quilts of Denmark et fornuftigt cash flow.
- Springssystemet til dun blev udvidet til at omfatte dun med indhold af plastfibre.

## 2.5 Arbejdspakke 4, Produktionstest

Arbejdspakke 4 var dedikeret til at overføre erfaringerne fra arbejdsopgave 3 til at gennemføre et kontinuerligt proces flow med produktion af 350 enheder.

### 2.5.1 Forløb og metode

På baggrund af produktionsløsningerne, der blev fundet under arbejdsopgave 3, blev produktionsapparatet indstillet til produktion af 350 enheder.

Udfordringen var at opnå tilstrækkelig høj produktionshastighed samtidig med, at kvaliteten af produktet var tilfredsstillende. I fase 3, kunne der fremstilles ca. 15 dyner / time på en fylde-maskine. Denne hastighed blev øget til ca. 52 dyner/ time, hvilket muliggør en produktionspris, der gør produktet kommercielt interessant. Hastigheden blev øget ved dels ved at udvikle bedre fiberblandinger og dels ved at optimere produktionsudstyret. Fokus var blandt andet at sikre en kontinuert ensformig kvalitet.

Der blev løbende lavet tests af fyldevægt, vaskbarheden, bæreevnen og evnen til at temperaturregulere. Kvaliteten blev vurderet til, på alle områder, at være kommercielt acceptable sammenlignet med tilsvarende produkter uden indhold af genbrugsmaterialer.

Produktionen af puder kræver en væsentlig anderledes produktionsproces end produktion af dyner og fyldematerialet skal have andre egenskaber. Til dyner skal fyldematerialet være "let og luftig", hvorimod det ved puder skal være "spændstigt og have en høj bæreevne".

Det er de tilsvarende egenskaber, der er nødvendige, når man fremstiller top-madrasser og rulle-madrasser. Derfor blev der som en test fremstillet top-madrasser og rulle-madrasser med fyld af det udviklede PCM-fiber. En underleverandør stod for produktionen af madrasserne.

## **2.5.2 Resultater**

Følgende resultater blev opnået gennem afviklingen af Arbejdspakke 4:

- Der blev produceret 350 enheder (dyner og puder) en blanding af PCM-fiberfyld og dun i forholdet 30/70 på Quilts of Denmarks fabrik i Vamdrup.
- Der blev udviklet en metode, hvorved produktionshastigheden af dyner og puder (med PCM-fiberfyld) kunne øges væsentligt, således at produktionspris nåede et niveau der var kommercielt interessant.
- Kvaliteten blev vurderet til - på alle områder – at være kommercielt acceptabelt – sammenlignet med tilsvarende produkter uden indhold af genbrugsmaterialer.
- Der blev fundet en metode til at producere top-madrasser og rulle-madrasser med PCM-fiberfyldet.

## **2.6 Arbejdspakke 5, Formidling**

Arbejdspakke 5 var dedikeret til demonstration af løsningen på den temperaturregulerende dyne med PCM genbrugsplastfibre for kunder og forbrugere.

Arbejdspakken var omfattet af følgende elementer::

- Workshop.
- Foredrag v/ testbruger.
- Ekstern kommunikation.
- Afrapportering og revision.

### **2.6.1 Forløb og resultater**

Gennem hele projekt forløbet er der afholdt flere workshops dels intern, dels eksternt.

- Start up workshop med mulige partnere med viden inden for genbrugsplast
- Idegenerering om hvilke egenskaber og elementer der ville være vigtig for et sove-produkt med indhold af genbrugsplast.
- I slutfasen er der afholdt flere mindre workshops, hvor projektets effekter og nyhedsværdi blev fremlagt for inviterede kunder og andre interessenter.
- Der er afholdt en workshop, hvor testbrugere har fortalt om deres oplevelser med produktet. Denne blev holdt på Innovatorium i Herning



- **Figur 11** Hvad er vigtig for et soveprodukt der indeholder genbrugsplast? Ide-genererings workshop på Innovatorium i Herning.

Projektet er fremlagt for en række potentielle kunder på messer og møder:

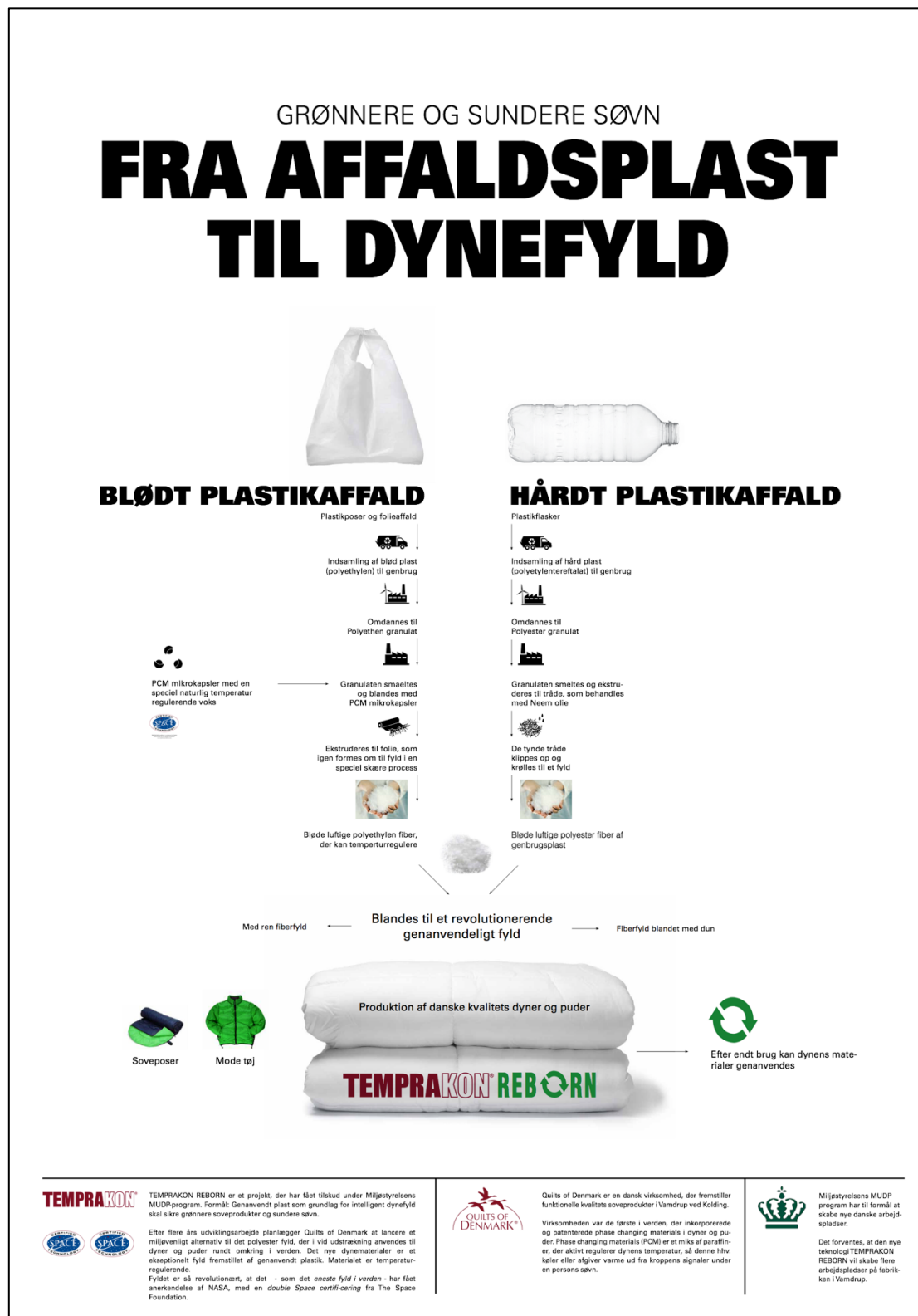
- På særskilte møder for bl.a. JYSK og John Lewis.
- Deltagelse i kulturnatten på Miljø og Fødevareministeriets stand den 14. okt. 2016. Se også Bilag 5: Deltagelse på kulturnatten
- I januar 2017 blev prototyper af dynen fremvist for udvalgte kunder på verdens største bolig-tekstil messe Hemtextil-messen i Frankfurt. Der var stor interesse for produktet.
- På Folkemødet på Bornholm i 2016 præsenterede Quilts of Denmark produktet på Miljøstyrelsens stand.
- Der er planlagt udstilling af produktet på Hemtextil-messen januar 2018.

Der er udarbejdet pressemeddelelser til fagpressen mm. Disse vil blandt andet blive brugt i forbindelse med den internationale messe i Frankfurt i januar 2018.



**Figur 12** Fremvisning af prototype på Miljøstyrelsens stand til Kulturnatten 2016

# Bilag 1: Diagram "Fra affaldsplast til dynefyld"



# Bilag 2: Forbrugertest af dyner med TEMPRAKON fyld

Consumer test of duvets with TEMPRAKON down filling

## Consumer test of duvets with TEMPRAKON down filling

Made in cooperation with "design-people", a Scandinavian innovation and Consumer tests consultancy

QOD wish to acquire a deeper understanding of consumers' experience, and use this knowledge to design the next generation of products that promote healthy sleep. We are happy to announce the result of a new study on test person's experience, when sleeping with a quilt filled with TEMPRAKON down.



**Goal of Test:** Mapping the experience of persons subjected to the test when they go from their current quilt to a quilt with TEMPRAKON down filling.

**Tested quilt:** All year quilt filled with TEMPRAKON down filling. (TEMPRAKON Comfort)  
Shell: 100 % cotton Cambric  
Construction: All year baffles box with 1,5 cm inside walls  
Filling: TEMPRAKON DOWN (70 % of 90% duck downs / 30 % of TEMPRAKON PCM fibers)  
Filling weight: 200 g/m2

**Test period:** 1<sup>st</sup> November 2015 to 1<sup>st</sup> December 2015

**How did we do ?:**

The test plan was made in cooperation with "design-people", a Scandinavian innovation & design consultancy consisting of experts in Consumer tests.

60 test persons was selected so they have representative distribution by age and gender. Prior to the test, the participants must answer a questionnaire about their current sleeping habits / problems (Which quilt do they sleep with currently? Do they sleep with the window open or have the heating on in the sleeping room? Do they sweat during the night? etc.)

The 60 test persons then change their current quilt to a quilt with TEMPRAKON down and slept with this quilt for the following month.

They fill out a questionnaire on a weekly basis as well as in end of the test. Further, we conducted interviews with some of the test persons to get a deeper understanding of their sleep experience, and why they have answered the questions as they did?

Before starting the test, the vast majority of the test participants (83%) slept in good down quilt. 12 % was sleeping in fiber quilts and the last 5 % in silk/cotton quilts.

**Summary of overall findings:**

After sleeping in the test quilt for one month, we received the following answer:

**70% answer that they sweat less in the test quilt, than they did in their current quilt.**

**62% think the test quilt regulates temperature better than their current quilt.**

**67% have improved sleep quality.**

**75% prefer the test quilt in comparison to their current quilt.**

**83% would recommend TEMPRAKON CONFORT to others.**

**Other trend that emerges:**

It takes some time to get use to a quilt with TEMPRAKON filling. 33% have a more positive opinion of the quilt after a month of sleeping with the quilt, compared to how positive they were after the first week of use.

Persons that already sleep in good down quilts have a very positive opinion of the test quilt. 78 % would prefer the test quilt in comparison to their current quilt. . Of the 22% that would preferred there current, the majority of participants in this particular group was using very luxurious (expensive) down quilts.

When the test persons asked why they prefer test quilt over there current quilt, the main answers was:

- sweat less in the test quilt / the test quilt temperature regulating better than their current quilt.
- Quilts feel soft and light.



For test persons that preferred the current quilt, the main reason was:

- Fabric was a bit stiff and heavy
- A bit too warm (mainly test persons who currently sleep in summer quilt)

**Overall conclusion:**

**The test show that adding TEMPRAKON fibers to down, improve the overall sleeping quality control compared to a normal down quilt. The majority experience a better temperature regulating, less sweating and in general a improve sleep quality, when sleeping with the test quilt, in comparison to their current quilt.**

# Bilag 3:

## Brugerundersøgelser

Dette bilag viser uddrag af brugerpanelets besvarelser på specifikke spørgsmål samt opsummering af hele panelets besvarelser.

| Opsamlende Spørgeskema Dyne 1                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                        | SurveyMonkey        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| <b>Q7 Hvis din holding har ændret sig til at være mere positiv eller negativ, så beskriv hvordan og hvorfor:</b> |                                                                                                                                                                                                                        |                     |
| Answered: 25 Skipped: 35                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                        |                     |
| #                                                                                                                | Responses                                                                                                                                                                                                              | Date                |
| 1                                                                                                                | sov dårligt i den første uge, men tror nu ikke at det var dynens skyld, da jeg følte mig godt tilpas under dynen.                                                                                                      | 12/8/2015 11:15 AM  |
| 2                                                                                                                | Det eneste jeg synes er at fyldet er begyndt og "lægge" over i den ene side af dynen                                                                                                                                   | 12/3/2015 5:25 PM   |
| 3                                                                                                                | Det er en god dyne at sove med - det føles som om den temperatur regulerer rigtigt godt.                                                                                                                               | 12/3/2015 10:45 AM  |
| 4                                                                                                                | Fordi jeg håbede på at det ville ændre sig efter til vending, men det blev blot værre                                                                                                                                  | 12/3/2015 9:46 AM   |
| 5                                                                                                                | Da jeg først pakkede den ud, lignede det en sommer dyne, for den så meget tynd ud                                                                                                                                      | 12/3/2015 9:44 AM   |
| 6                                                                                                                | Som tidligere svaret, bedre end forventet da jeg så/mærkede dynen                                                                                                                                                      | 12/2/2015 10:46 PM  |
| 7                                                                                                                | Jeg vænnede mig til den var anderledes end den jeg havde før, altså ikke helt så krattig og ikke helt så varm, jeg tænkte nærmest at det var en sommerdyne i starten. Men det sidste af perioden blev jeg glad for den | 12/2/2015 8:16 PM   |
| 8                                                                                                                | Jeg sover normalt med en tung dyne og derfor var jeg lidt skeptisk fordi denne dyne er let. Men den smøg sig dejligt om kroppen så man godt kunne putte dig i den                                                      | 12/1/2015 7:54 PM   |
| 9                                                                                                                | Den giver en jævn varme                                                                                                                                                                                                | 12/1/2015 2:01 PM   |
| 10                                                                                                               | Synes at dynen regulerer godt mht. sved                                                                                                                                                                                | 12/1/2015 11:19 AM  |
| 11                                                                                                               | Som før nævnt - for mig kræver dynen en lav rumtemperatur.                                                                                                                                                             | 12/1/2015 7:51 AM   |
| 12                                                                                                               | Stadig positiv overfor dynen men den er muligvis ikke varm nok når der bliver frostgrader og vi måske kommer ned på op til -10 grader!                                                                                 | 11/30/2015 11:24 PM |
| 13                                                                                                               | Jeg oplever generelt flere opvågninger                                                                                                                                                                                 | 11/30/2015 10:09 PM |
| 14                                                                                                               | Har fået en lidt mere sammenhængende søvn                                                                                                                                                                              | 11/30/2015 7:48 PM  |
| 15                                                                                                               | Årsagen er nok, at jeg er blevet mere "dus" med dynen.                                                                                                                                                                 | 11/30/2015 6:21 PM  |
| 16                                                                                                               | Dynen er reelt bedre end det første indtryk, som man får. Den føles lidt stiv og måske en anelse hård, men den vinder ved brug pga. den temperatur regulerende egenskaber.                                             | 11/30/2015 4:55 PM  |
| 17                                                                                                               | Syns den var alt for let i starten, da den ikke lagde sig tungt ned over en som den gamle dyne. Men det har ændret sig nu så er faktisk godt tilfreds med hvordan dynen lægger sig på en.                              | 11/30/2015 4:42 PM  |
| 18                                                                                                               | Har bare vendt mig til dem og er blevet helt vild med den og elsker det med at der er en god tempotur                                                                                                                  | 11/30/2015 2:40 PM  |
| 19                                                                                                               | Jeg syntes dynen er let og tynd, så jeg var nervøs for at komme til at fryse.                                                                                                                                          | 11/30/2015 1:58 PM  |
| 20                                                                                                               | Jeg har ikke brudt mig om dyne 1 fra test periodens start, så jeg er blevet mere bekræftet i efter en måneds prøvning, at det ikke er en dyne for mig.                                                                 | 11/30/2015 1:28 PM  |
| 21                                                                                                               | Måske er dynen ikke varm nok når udendørs temperaturen falder y derlig.                                                                                                                                                | 11/30/2015 12:55 PM |
| 22                                                                                                               | Efter nogle yderligere dage fandt jeg ud af at temperaturen bliver reguleret rigtig fint med dyne 1                                                                                                                    | 11/30/2015 12:47 PM |
| 23                                                                                                               | Dog har jeg oplevet dage, hvor jeg igen lægger mærke til duften af dun.                                                                                                                                                | 11/30/2015 12:26 PM |
| 24                                                                                                               | Den var meget varm i starten, kom fra en sommerdyne                                                                                                                                                                    | 11/30/2015 11:34 AM |
| 25                                                                                                               | Jeg synes den har en positiv funktion og den virker 100%.                                                                                                                                                              | 11/30/2015 11:06 AM |

1 / 1

Q2 Beskriv hvad der gjorde dyne 1 bedre eller dårligere end din normale dyne?

Answered: 60 Skipped: 0

| #  | Responses                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Date                |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| 1  | regulere temperatur bedre, sveder ikke så meget.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 12/8/2015 11:12 AM  |
| 2  | varmere                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 12/6/2015 10:10 PM  |
| 3  | Den var god i form af den ikke var så mega varm som den jeg normalt sover med .. Men samtidig var den meget tung hvilket virkede til tider som en sten                                                                                                                                                                                                                                                                     | 12/6/2015 9:36 PM   |
| 4  | Køligere (positiv)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 12/4/2015 10:20 AM  |
| 5  | Dyne 1 er bedre end min egen dyne da jeg ikke sveder med den om natten                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 12/3/2015 9:57 PM   |
| 6  | Jeg har flere nætter haft det varmere end normalt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 12/3/2015 5:30 PM   |
| 7  | Jeg har haft en god temperatur fra dynen alle nætter.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 12/3/2015 5:23 PM   |
| 8  | Har haft knap så mange "varme" nætter som normalt.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 12/3/2015 10:44 AM  |
| 9  | Jeg tænker den er bedre, hverken varm eller kold og samtidig utrolig let. Men min søvnkvalitet er desværre ikke forbedret mærkbart.                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 12/3/2015 10:38 AM  |
| 10 | dynen er varm. jeg vågner 2-3 gange hver nat fordi jeg har det varmt.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 12/3/2015 10:03 AM  |
| 11 | Meget varm og tung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 12/3/2015 9:42 AM   |
| 12 | Den er blødere og mere luftig at sove med, men nogle nætter oplevede jeg den var utrolig varm at sove med, hvilket gjorde det umuligt at få en god nattesøvn                                                                                                                                                                                                                                                               | 12/3/2015 9:36 AM   |
| 13 | God temperaturregulering Bedre end forventet og dejlig varm med det samme                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 12/2/2015 10:42 PM  |
| 14 | Til sidst i test perioden sov jeg rigtig godt med dynen, men i starten syntes jeg at den manglede fylde og den ikke var helt varm nok                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 12/2/2015 8:11 PM   |
| 15 | den er bedre med temperaturen..                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 12/2/2015 11:01 AM  |
| 16 | Den var ikke særlig godt til at varmereguler.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 12/2/2015 7:56 AM   |
| 17 | Den regulerede temperaturen meget bedre end min gamle dyne. Så jeg fik en mere rolig søvn                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 12/1/2015 7:51 PM   |
| 18 | Den var bedre til at regulerer temperaturen og det gør at jeg ikke skiftevis sveder og fryser                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 12/1/2015 6:38 PM   |
| 19 | jeg sover meget mere roligt, og uden afbrydelser !                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 12/1/2015 5:20 PM   |
| 20 | jeg har ikke svedt så meget som jeg nogle gange gør                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 12/1/2015 3:26 PM   |
| 21 | Dynen giver en meget god jævn varme.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 12/1/2015 1:59 PM   |
| 22 | Jeg synes jeg er vågnet færre gang end jeg har været vant til - uden jeg nødvendigvis kan tilskrive det til dynen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 12/1/2015 12:27 PM  |
| 23 | Føles bedre holder på varmen samt god form                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 12/1/2015 11:16 AM  |
| 24 | Falder bedre rundt om en. Min gamle ryger fyldet ned i fodenden så vender jeg den rundt.Det gør den her ikke                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 12/1/2015 9:59 AM   |
| 25 | Den er lettere og føles knap så varm som min normale (moskusdun) dyne - og det er lettere at komme af med varmen                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 12/1/2015 8:57 AM   |
| 26 | Knap første halvdel af måneden var der - trods åben terrassedør - mellem 17 og 19 gr. i soveværelse. Dette er for varmt for mig med så kraftig en dyne - gav dårlig søvn. Efter udendørs temp. fald medio november faldst temp. mærkbart i soveværelse - nu var dynens egenskaber perfekt til god søvn. For min person kræver dynen altså en rumtemp. på ikke over 15 gr.C. Spørgsmål 3 og 4 vil bære præg af ovenstående. | 12/1/2015 7:47 AM   |
| 27 | materialet er bedre og jeg sveder ikke så meget som jeg plejer                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 12/1/2015 7:00 AM   |
| 28 | Jeg har tusindfryd fra Flora Danica, en dyne jeg også er glad for, så synes de er gode på hver deres måde.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 12/1/2015 5:57 AM   |
| 29 | Lettere - mere luftig - og alligevel dejlig varm (dog lidt koldere den sidste uge i nov pga lavere udendørs temperatur).                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 11/30/2015 11:21 PM |
| 30 | Tyngden mangler. Jeg føler mig ikke "puttet"                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 11/30/2015 10:06 PM |

## Opsamlende Spørgeskema Dyne 1

SurveyMonkey

|    |                                                                                                                                                                                                                                                          |                     |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| 31 | Synes dens betræk siger en træls lyd når man håndterer dynen rundt om sig.                                                                                                                                                                               | 11/30/2015 9:39 PM  |
| 32 | Selv om den er "varm" kommer den af med fugten.                                                                                                                                                                                                          | 11/30/2015 9:17 PM  |
| 33 | Sover alt for tungt. Den er for varm og kan ikke regulere varmen.                                                                                                                                                                                        | 11/30/2015 9:08 PM  |
| 34 | Den er dejlig tyk og bamse, det Var min egen ikke den var bare flad.                                                                                                                                                                                     | 11/30/2015 9:03 PM  |
| 35 | Synes at dynen er mere behagelig at sove med. Sørger for en mere ensartet temperatur.                                                                                                                                                                    | 11/30/2015 8:02 PM  |
| 36 | Den var men lille tand bedre, måske er det fyldet, måske er det at den ikke vejer så meget, men alligevel kan holde varmen.                                                                                                                              | 11/30/2015 7:50 PM  |
| 37 | Lettere og langt mere åndbar                                                                                                                                                                                                                             | 11/30/2015 7:45 PM  |
| 38 | Det var en meget varm dyne i forhold til min egen                                                                                                                                                                                                        | 11/30/2015 6:57 PM  |
| 39 | Den føltes lettere at have på sig.                                                                                                                                                                                                                       | 11/30/2015 6:19 PM  |
| 40 | Den var for varm, jeg vågnede om natten fordi jeg svedte                                                                                                                                                                                                 | 11/30/2015 6:08 PM  |
| 41 | dens evne til at regulere temperaturen                                                                                                                                                                                                                   | 11/30/2015 4:46 PM  |
| 42 | Den er ikke så varm som den normale dyne                                                                                                                                                                                                                 | 11/30/2015 4:34 PM  |
| 43 | Den er ikke god til at regulere varme / kulde.                                                                                                                                                                                                           | 11/30/2015 4:06 PM  |
| 44 | Det virkede som om at dynen er lettere kontra den alm. Temprakon dyne.                                                                                                                                                                                   | 11/30/2015 3:49 PM  |
| 45 | Den er generelt lid varm, men det er min normale også jeg må normalt ligge med fødderne uden for dynen, som på min egen dyne                                                                                                                             | 11/30/2015 2:44 PM  |
| 46 | Jeg havde en rigtig god temperatur hele natten i forholde til min gamle dyne som tit var alt for varm                                                                                                                                                    | 11/30/2015 2:38 PM  |
| 47 | Dynen er bedre til at aflede varmen.                                                                                                                                                                                                                     | 11/30/2015 1:48 PM  |
| 48 | Den er for varm og kompakt i forhold til min normale dyne.                                                                                                                                                                                               | 11/30/2015 1:22 PM  |
| 49 | Min anden var meget koldere                                                                                                                                                                                                                              | 11/30/2015 1:12 PM  |
| 50 | Dynen har en rigtig fin vægt Dynen har en god regulering af varme.                                                                                                                                                                                       | 11/30/2015 12:52 PM |
| 51 | Temperatur var bedre og mere tilpasset, så jge hverken svedte eller frøs                                                                                                                                                                                 | 11/30/2015 12:44 PM |
| 52 | Markant bedre temperaturregulering - oplever derved en rarere komfort og bedre søvn                                                                                                                                                                      | 11/30/2015 12:35 PM |
| 53 | Jeg synes at den er perfekt varm, min gammel dyne kun jeg godt få det for varmt og jeg vågen ikke i løbet at natten mere fordi det er for varmt                                                                                                          | 11/30/2015 12:30 PM |
| 54 | Testdynen har en mere jævn varme i forhold til min almindelige dyne. For mit vedkommende betyder det at den også holder mine fødder varme, hvilket er dejligt. Men det er meget varm, og jeg har oplevet at være fugtig af sved i mit baghår.            | 11/30/2015 12:24 PM |
| 55 | Kvaliteten                                                                                                                                                                                                                                               | 11/30/2015 12:20 PM |
| 56 | 1. Den er lettere end min gamle dyne falder ikke så godt til, men efter en ca. 14 dage blev den bedre, 2. Til at starte med havde jeg svært ved at holde varmen og sov derfor ikke så godt, men det blev bedre, da dynen havde været i brug i nogen tid, | 11/30/2015 11:46 AM |
| 57 | Bedre til at temperatur regulerer                                                                                                                                                                                                                        | 11/30/2015 11:34 AM |
| 58 | Bedre: Min temperatur svinger næste ikke med dyne 1 i forhold til min normale dyne.                                                                                                                                                                      | 11/30/2015 11:19 AM |
| 59 | Dyne 1 har samme tykkelse og lethed som en vat dyne, men har bedre temperatur regulering og ligger bedre omkring kroppen.                                                                                                                                | 11/30/2015 11:07 AM |
| 60 | Jeg synes det dejligt jeg ikke sveder nær så meget , men jeg synes det er den forkerte årstid, for jeg komme let til at fryse                                                                                                                            | 11/30/2015 11:04 AM |

### Opsamlende Spørgeskema Dyne 1

| Hvordan vil du vurdere din søvnkvalitet med dyne 1 i forhold til din normale dyne gennem hele november? |             |       |                |           |                 |                |                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------|----------------|-----------|-----------------|----------------|----------------|
| Answer Options                                                                                          | Meget bedre | Bedre | Hverken/ eller | Dårligere | Meget dårligere | Rating Average | Response Count |
|                                                                                                         | 3           | 37    | 14             | 6         | 0               | 2,38           | 60             |
| <i>answered question</i>                                                                                |             |       |                |           |                 |                | 60             |
| <i>skipped question</i>                                                                                 |             |       |                |           |                 |                | 0              |

### Opsamlende Spørgeskema Dyne 1

Beskriv hvad der gjorde dyne 1 bedre eller dårligere end din normale dyne?

| Answer Options           | Response Count |
|--------------------------|----------------|
|                          | 60             |
| <i>answered question</i> | 60             |
| <i>skipped question</i>  | 0              |

### Opsamlende Spørgeskema Dyne 1

Ranger følgende parametre på en skala fra 1 til 5, hvor 1 er meget dårlig og 5 er meget god:

| Answer Options                | 1 | 2 | 3  | 4  | 5  | Response Count  |
|-------------------------------|---|---|----|----|----|-----------------|
| Dynens udseende og design     | 0 | 1 | 17 | 17 | 22 | 57              |
| Dynens materialer og kvalitet | 0 | 7 | 8  | 26 | 16 | 57              |
| Dynens komfort                | 0 | 6 | 10 | 26 | 15 | 57              |
| Dynens funktion               | 0 | 9 | 11 | 25 | 12 | 57              |
|                               |   |   |    |    |    | Question Totals |
| <i>answered question</i>      |   |   |    |    |    | 57              |
| <i>skipped question</i>       |   |   |    |    |    | 3               |

### Opsamlende Spørgeskema Dyne 1

Hvor god var dyne 1 til at temperaturregulere din krop i løbet af natten, så du havde det tilpas?

| Answer Options           | Meget god | God | Hverken/ eller | Dårlig | Meget dårlig | Rating Average | Response Count |
|--------------------------|-----------|-----|----------------|--------|--------------|----------------|----------------|
|                          | 13        | 24  | 11             | 11     | 1            | 2,38           | 60             |
| <i>answered question</i> |           |     |                |        |              |                | 60             |
| <i>skipped question</i>  |           |     |                |        |              |                | 0              |

### Opsamlende Spørgeskema Dyne 1

Hvor god var dyne 1 til at regulere fugten under dynen, så du ikke svedte?

| Answer Options           | Meget god | God | Hverken/ eller | Dårlig | Meget dårlig | Rating Average | Response Count |
|--------------------------|-----------|-----|----------------|--------|--------------|----------------|----------------|
|                          | 13        | 29  | 8              | 9      | 1            | 2,27           | 60             |
| <i>answered question</i> |           |     |                |        |              |                | 60             |
| <i>skipped question</i>  |           |     |                |        |              |                | 0              |

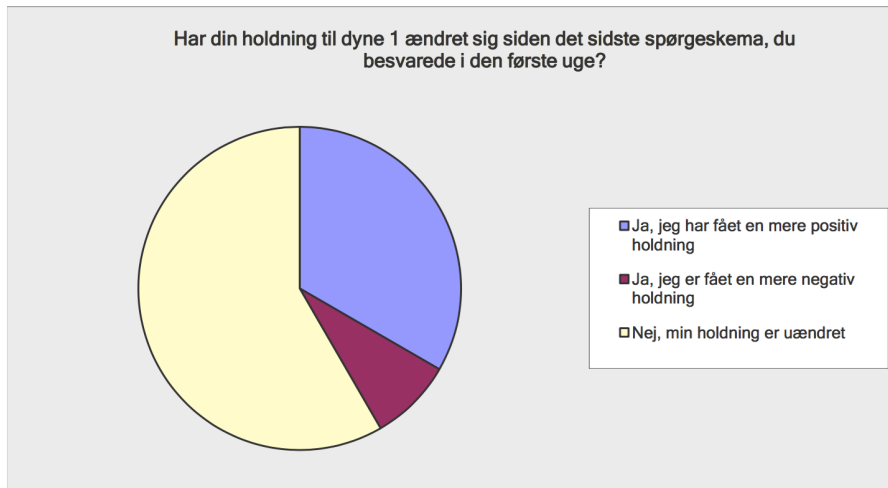
### Opsamlende Spørgeskema Dyne 1

Ranger følgende parametre på en skala fra 1 til 5, hvor 1 er meget dårlig og 5 er meget god:

| Answer Options                | 1 | 2 | 3  | 4  | 5  | Response Count  |
|-------------------------------|---|---|----|----|----|-----------------|
| Dynens udseende og design     | 0 | 1 | 17 | 17 | 22 | 57              |
| Dynens materialer og kvalitet | 0 | 7 | 8  | 26 | 16 | 57              |
| Dynens komfort                | 0 | 6 | 10 | 26 | 15 | 57              |
| Dynens funktion               | 0 | 9 | 11 | 25 | 12 | 57              |
|                               |   |   |    |    |    | Question Totals |
| <i>answered question</i>      |   |   |    |    |    | 57              |
| <i>skipped question</i>       |   |   |    |    |    | 3               |

Har din holdning til dyne 1 ændret sig siden det sidste spørgeskema, du besvarede i den første uge?

| Answer Options                            | Response Percent | Response Count |
|-------------------------------------------|------------------|----------------|
| Ja, jeg har fået en mere positiv holdning | 33,3%            | 20             |
| Ja, jeg er fået en mere negativ holdning  | 8,3%             | 5              |
| Nej, min holdning er uændret              | 58,3%            | 35             |
| <i>answered question</i>                  |                  | 60             |
| <i>skipped question</i>                   |                  | 0              |



#### Opsamlende Spørgeskema Dyne 1

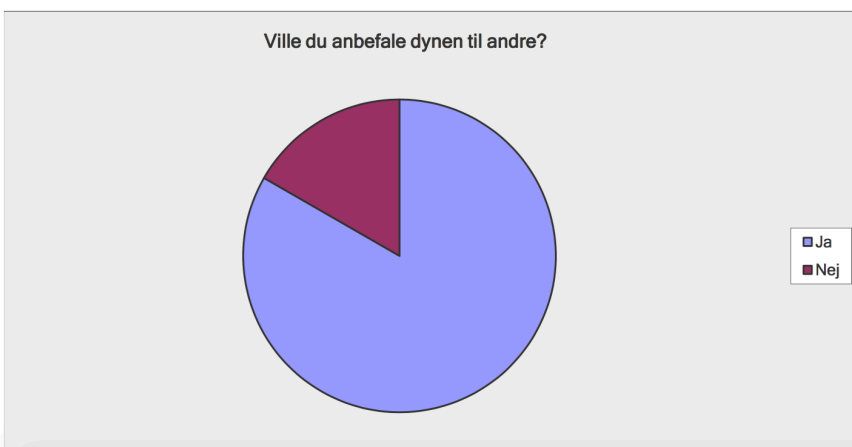
Hvis din holdning har ændret sig til at være mere positiv eller negativ, så beskriv hvordan og hvorfor:

| Answer Options           | Response Count |
|--------------------------|----------------|
|                          | 25             |
| <i>answered question</i> | 25             |
| <i>skipped question</i>  | 35             |

#### Opsamlende Spørgeskema Dyne 1

Ville du anbefale dynen til andre?

| Answer Options           | Response Percent | Response Count |
|--------------------------|------------------|----------------|
| Ja                       | 83,3%            | 50             |
| Nej                      | 16,7%            | 10             |
| Uddyb dit svar:          |                  | 41             |
| <i>answered question</i> |                  | 60             |
| <i>skipped question</i>  |                  | 0              |



### Opsamlende Spørgeskema Dyne 1

Hvis du ikke havde fået dyne 1 gratis, ville du så købe den selv i butikken til de omkring 1300kr?

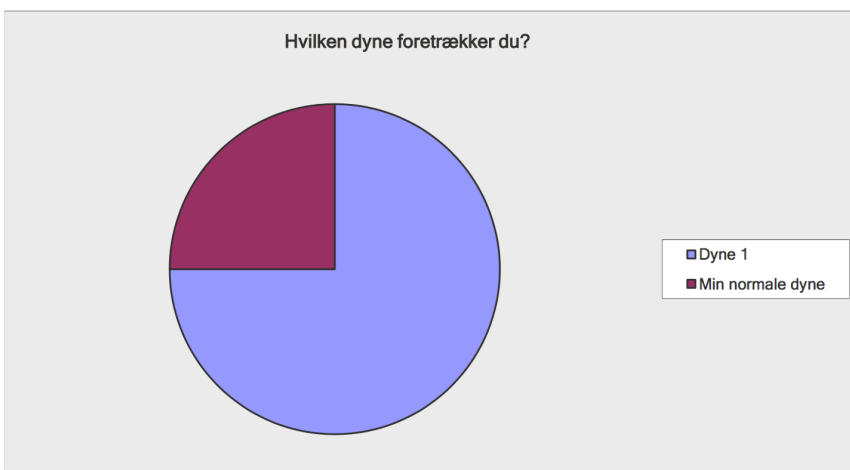
| Answer Options           | Response Percent | Response Count |
|--------------------------|------------------|----------------|
| Ja                       | 23,3%            | 14             |
| Nej                      | 20,0%            | 12             |
| Måske                    | 56,7%            | 34             |
| <i>answered question</i> |                  | 60             |
| <i>skipped question</i>  |                  | 0              |



### Opsamlende Spørgeskema Dyne 1

Hvilken dyne foretrækker du?

| Answer Options           | Response Percent | Response Count |
|--------------------------|------------------|----------------|
| Dyne 1                   | 75,0%            | 45             |
| Min normale dyne         | 25,0%            | 15             |
| <i>answered question</i> |                  | 60             |
| <i>skipped question</i>  |                  | 0              |



### Opsamlende Spørgeskema Dyne 1

Noter din email:

| Answer Options           | Response Count |
|--------------------------|----------------|
|                          | 55             |
| <i>answered question</i> | 55             |
| <i>skipped question</i>  | 5              |

# Bilag 4: Test af produktionshastighed

## Produktionshastighed

I fase 3 og fase 4 er der udført 10 færdige test, i produktionsserien. For hver test er der produceret 5 – 10 dyner (afhængigt af produktions udstyret).

For hver test er der målt:

- Produktions hastighed
- Vægt udstikker per skud
- Vægt udstikker på 24 skud

Hastigheden er målt med et måleapparat, der måler mængden af det med et optimeret vægt produktions mængde. Vi er nu oppe på ca. 50 dyner/ time, ved en mængde på 1/2 - 11g færdig på 24 skud. Den hastighed gør det muligt at opføre en "produktionsplan", der gør produktet kommerciel interessant for vores kunder.





# Bilag 5: Deltagelse på kulturnatten

## Lidt fra Kultur natten i Miljø og Fødevareministeriet – Fredag d.14 okt. 2016

QOD laver et projekt sammen med Miljø og Fødevareministeriet, hvor man arbejder med forskellige muligheder for at genanvende plastik / nylon mm. En af muligheder der ses på, er at lave innovativ fyld til dyner. På Kultur natten i København fremviste QOD et forslag på fremtidens dyne.



Figur 2 Professor Rosenthal er klar



Figur 1 Stor interesse om projektet – Professoren imponerer



Figur 4 En ukendt sælger sover på vagten



Figur 3 En dejlig dyne varmer på en kold nat

# Bilag 6: CO<sub>2</sub>-besparelse for genbrugsplast

Uddrag fra afsnit om miljø på Aage Vestergaard Larsen A/S hjemmeside, <https://avl.dk/miljo>



## Miljø

**Miljøet spares for 2,4 kilo CO<sub>2</sub> udslip for hvert kilo plast, der genanvendes i stedet**

**for at blive brændt, så derfor skal mere plast nu genanvendes!**

I Danmark har vi traditionelt brændt meget af vores plast på vores forbrændingsanlæg. Lige nu er der fra flere sider et ønske om at forbrænde mindre og genanvende mere. En anden og stor del af vores plastspild/affald eksporteres til lavtlønslande for såvel sortering og oparbejdning som for forbrænding.

På lang sigt er ingen af ovenstående løsninger holdbare, da ressourcerne går til spilde i stedet for at indgå i et cirkulært kredsløb. Netop den cirkulære tankegang er et centralt tema, når EU-Kommissionen i 2015/16 lancerer en ny pakke til cirkulær økonomi. Pakken vil omfatte revisioner af en lang række reguleringer relateret til design, affaldshåndtering samt genanvendelse. Ud over at ressourcerne skal forblive i kredsløb, skal det dernæst være økonomisk fordelagtigt at genanvende plast, bruge genanvendt plast eller designe produkter, så de lettere kan genanvendes.

I Danmark har der også været fokus på genanvendelse og cirkulær økonomi med en ressourcestrategi fra slutningen af 2013 samt en strategi for affaldsforebyggelse fra april 2015. I forlængelse af disse planer er der igangsat en lang række partnerskaber og værdikædesamarbejder med fokus på at øge genanvendelsen af plast i Danmark.

AVL fører grundlæggende en miljøpolitik, der har til formål at bibeholde og øge medarbejdernes, leverandørenes, kunders og andre interessenters tillid og tro på, at AVL har en miljøpolitik, der positivt påvirker miljøet mere end loven foreskriver:

- AVL gennemfører egne aktiviteter med mindst mulig belastning af det omgivende miljø og med mindst mulig forbrug af ressourcer (råmateriale, hjælpestoffer, vand og energi)
- AVL vil reducere egen miljøbelastning løbende
- AVL vil gøre det bedre end at overholde gældende miljølovgivning og andre lovkrav til virksomheden



## **Genanvendt plast som grundlag for intelligent dynefyld skal sikre grønnere soveprodukter og en sundere søvn**

Der er i projektet udviklet en metode til funktionel genanvendelse af polyethylen i dynefyld. Metoden indbefatter iblanding af indkapslet PCM i genindvundet, nedsmeltet polyethylen, som efterfølgende kan findeles og bruges som fibre sammen med dun i danskproducerede soveprodukter.

Projektet viste at det var muligt at fremstille dyner med et intelligent fyld på basis af 75 % genbrugsplast, som kunder og slutforbrugerne var interesserede i at aftage, hvor også det forretningsmæssige grundlag er i orden. Grundlaget for introduktion af to nye produktserier er således etableret.

Rapporten beskriver tests til fremstilling af fibre, produktionstest for fremstilling af dyner med det nye fibermateriale og forbrugertests.

Projektet er udført af Quilts of Denmark og Fossflakes



Miljøstyrelsen  
Haraldsgade 53  
2100 København Ø

[www.mst.dk](http://www.mst.dk)