



Miljø- og Fødevareministeriet  
Miljøstyrelsen

# Udvikling og test af gamle mursten skalprodukt på isoleringsbatts

MUDP

Miljøprojekt nr. 1850, 2016

**Title:**

Udvikling og test af gamle mursten skalprodukt  
på isoleringsbatts

**Editing:**

Sidse M. Zimmermann  
Mette T. Rasmussen

**Published by:**

The Danish Environmental Protection Agency  
Strandgade 29  
1401 Copenhagen K  
Denmark  
[www.mst.dk/english](http://www.mst.dk/english)

**Year:**

2016

**ISBN no.**

978-87-93435-64-3

**Disclaimer:**

When the occasion arises, the Danish Environmental Protection Agency will publish reports and papers concerning research and development projects within the environmental sector, financed by study grants provided by the Danish Environmental Protection Agency. It should be noted that such publications do not necessarily reflect the position or opinion of the Danish Environmental Protection Agency.

However, publication does indicate that, in the opinion of the Danish Environmental Protection Agency, the content represents an important contribution to the debate surrounding Danish environmental policy.

Sources must be acknowledged.

# Contents

<b>Forord</b> .....	<b>4</b>
<b>1. Slutrapport for projektet fordelt på arbejdsplaner</b> .....	<b>5</b>
1.1 Arbejdsplan 1 - Procesdesign .....	5
1.1.1 Aktiviteter i arbejdsplanen.....	5
1.2 Arbejdsplan 2 – testproduktion.....	7
1.2.1 Aktiviteter i arbejdsplan 2 .....	7
1.3 Arbejdsplan 3 – produktokumentation og forretningsmodel .....	12
1.3.1 Aktiviteter i arbejdsplan 3 .....	12
1.4 Arbejdsplan 4 – showcases .....	16
1.4.1 Aktiviteter i arbejdsplan 4 .....	16
1.5 Arbejdsplan 5: Projektledelse og Formidling.....	19
1.5.1 Aktiviteter i arbejdsplan 5 .....	19

# Forord

På grund af en stor interesse for projektet og spirende konkurrence i markedet er dele af denne rapport anonymiseret. Miljøstyrelsen er i besiddelse af en fuld rapport.

Projektet 'udvikling og test af Gamle Mursten skalprodukt på isoleringsbatts til interiør og facade-energirenovering' blev opstartet i januar 2014 og afsluttet december 2015. Det færdige produkt blev døbt Gamle Mursten Vægssystemer.

I projektet har vi i samarbejde med vores partner ROCKWOOL International A/S konceptudviklet et vægssystem, der udmønter sig i et nyt bæredygtigt byggemateriale til isolering og efterisolering af facader og til dekoration af indvendige vægge.



Baggrunden for at kunne udvikle vægssystemerne er en innovativ teknologi, og bag det robotsystem, der placerer genbrugsmurstensskaller ligger ligeledes en omfattende konceptudvikling. Teknologien er udviklet i samarbejde med vores teknologipartner Kjærgaard A/S.

I projektet har vi ud over produkt- og teknologiudvikling gennemført en række tests af produktet; vi har arbejdet på at opnå supply af råvarer til produktionen og arbejdet med forskellige afsætningskanaler. Vi har undersøgt og støbt fundamentet til en grøn forretningsmodel med funktionsleasing af det færdige produkt, hvor Gamle Mursten Vægssystemer kan leveres som en service i en servicemodel fremfor udelukkende som et færdigkøbt produkt, jf. afsnit 3.2.

Vi har demonstreret produktets anvendelse både som facade- og som interiørløsning og gennem hele processen har vi søgt at udbrede kendskabet til produkt og teknologi.

Her ved projektets afslutning har vi et godt fundament for at kunne gå på markedet med Gamle Mursten Vægssystemer, men vi er ikke lykkedes helt endnu.

Vi er ikke i mål med teknologien, der stadig har nogle børnesygdomme, og der vil stadig skulle investeres en del midler, inden vi kan sige at teknologien er på plads. Vi har endnu ikke opnået salg af produkterne, selvom vi har afgivet en del tilbud, både større og mindre. Fordi dette har været et udviklingsprojekt, er det forventeligt, at der er bump på vejen, og at det tager tid og investeringer at komme helt i mål. Med dette MUDP-projekt har vi dog lagt kimen til en helt ny forretning baseret på innovativ teknologi og optimal udnyttelse af bygge- og anlægsaffald. Vores forventninger er positive, og næste skridt er, at vi indgår i udviklingsarbejdet af plader til elementfirmaet Taasinge Elementer.

Gamle Mursten Vægssystemer kan ses på en ny hjemmeside med integreret webshop, der går online på adressen [www.gmsystemer.dk](http://www.gmsystemer.dk) i april/maj 2016.

# 1. Slutrapport for projektet fordelt på arbejdspakker

Denne rapport redegør for aktiviteter i projektet fordelt på arbejdspakker.

## 1.1 Arbejdspakke 1 - Procesdesign

Arbejdspakke 1 omfattede opstart af projektet. Her skete det forberedende arbejde forud for en egentlig etablering af testproduktionen samt indhentning af de nødvendige tilladelser til at opsætte testproduktionen. Følgende aktiviteter har udgjort arbejdspakke 1:

- Aktivitet 1.1. Design af produktionslinje
- Aktivitet 1.2 Dimensionering af opskæringsproces
- Aktivitet 1.3 Dimensionering af montageteknologi
- Aktivitet 1.4 Miljøgodkendelse

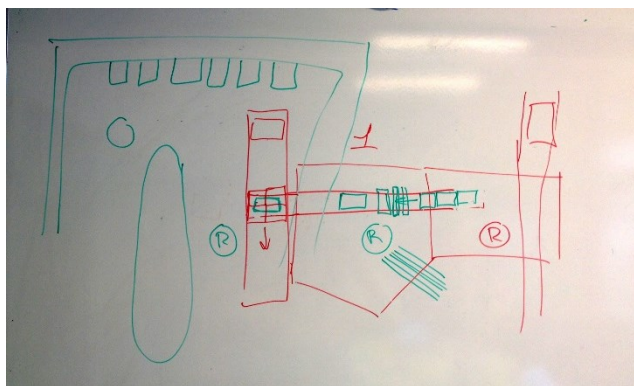
### 1.1.1 Aktiviteter i arbejdspakken

I arbejdspakke 1 foretog projektpartnerne en afgrænsning af testproduktionen og produktdesignet i forhold til mål og murstensforbandt, og dimensioneringen af teknologien blev fastsat. Derudover gennemførte vi aktiviteter for at afklare situationen omkring miljøgodkendelse for først Hedehusene og sidenhen en ny produktion i Svendborg.

#### A. Aktivitet 1.1 Design af produktionslinje:

Projektdeltagerne opsatte først en bred ramme af ønsker til testproduktionens funktionalitet, der sidenhen blev afgrænset i forhold til budget og behov.

Den første skitse af testproduktionen og en første definition af produktionsprocessen blev opstillet.



FIGUR 1: FØRSTE SKITSE AF ROBOT INDEN AFGRÆNSNING

Det blev hurtigt klart, at dele af processen i produktionslinjen måtte blive manuel for at holde budgetrammen. Det drejede sig især om de processer, der indbefattede henholdsvis opskæring og fødnig af skaller til den robot, der skulle montere skaller på plader/batts. Også transporten af færdigproducerede paller til lager blev afgrænset til at være en manuel proces. Disse processtrin ville så kunne automatiseres i en senere udvikling af en stor-skala produktion efter projektets afslutning.

Omdrejningspunktet i projektperioden var fra start at få udviklet og optimeret de processer, der kunne sikre produktionen af selve byggematerialet.

I aktivitet 1.1 foretog projektdeltagerne også de første afgrænsninger af selve produktdesignet. Det blev udelukket, at fugen kunne indgå i det præfabrikerede produkt, da det ville gøre produktet for tungt og besværliggøre monteringen. Der blev endvidere sat en grænse for produktets vægt på 15 kg, der er grænsen for, hvor tunge løft man må foretage på en byggeplads. Det var også vigtigt at få afklaret modulmål. De endte på en størrelse på 40x 60 cm. Baggrunden for dette mål var at forenkle pakkeprocessen, da 4 moduler passer på en Europapalle.



Der blev diskuteret løsninger for murstensforbandt og hjørneløsninger for prototypen, og ROCKWOOL arbejdede videre med forskellige løsningsmodeller. Der blev arbejdet intensivt for, at vi kunne have en første prototype klar på produktet på BYGGERI 14-messen i Fredericia. Der blev derfor eksperimenteret med murstensforbandter og med hjørneafslutninger. Prototypen skulle vise de forskellige lag i produktet og udgøre et grundlag for Kjærugaards konstruktører i den videre udvikling.

En væsentlig succesfaktor for både slutprodukt og produktionsproces har været valg af lim særligt i forhold til vedhæftning men også i forhold til miljø. Limens tørretid var afgørende for, hvordan robotten skulle designes. Limværktøjet skulle designes, således at limen ikke kunne nå at tørre ud, men også således at den kunne nå at hærde, inden de færdige batts kunne køres på lager. Et andet og væsentligt parameter har været, at limen skulle være så miljøvenlig som muligt, fordi målet med designet af vægssystemet er, at alle dele af vægssystemerne skal kunne skilles ad og recirkuleres.

ROCKWOOL havde haft kontakt til forskellige limleverandører for at drøfte, hvilke muligheder der var både i forhold til holdbarheden og kvaliteten i produktet, men også i forhold til robotens produktionsproces. Projektgruppen endte med at gå videre med PKI, der har foreslået to forskellige typer af PU-lim med forskellig hærdetid samt en hotmelt, der skulle bruges til hurtig fiksering af skallerne under hærdetiden af PU-limen.

## **B. Aktivitet 1.2 Dimensionering af opskæringsproces**

I den indledende afgrænsning under aktivitet 1.1. blev det besluttet, at fodbinding af mursten til skæremaskinen skulle være manuel. Fodbinding af skaller til montageteknologien skulle også være manuel. Disse beslutninger var udgangspunkt for dimensioneringen af opskæringsprocessen samt kortlægning af processer for sortering, opskæring og højst mulig udnyttelse af råvarer gennem skæring af halve mursten, kaldet kopper og planlægning af behandling af midterstykker på mursten, så vi kunne opnå op til 4 skaller af hver mursten.

Derudover var der stor fokus på undersøgelser omkring filtrering og genanvendelse af vand.

### **C. Aktivitet 1.3 Dimensionering af montageteknologi**

Der har ligget en del arbejde i at få montageteknologien tilpasset og skaleret i forhold til de rammer der blev sat i Aktivitet 1.1. Derudover var der fokus på at vælge den korrekte lim og fokus på problemstillinger omkring behandling af limen i robotsystemet. Kjærgaard A/S har været i tæt dialog med limleverandøren for at afklare udfordringerne omkring håndtering af limen.

Udfordringerne lå allerede fra start i projektet i, hvorledes limen skulle håndteres i robotanlægget. Det var afgørende for produktionens driftssikkerhed og ikke mindst, for at produktet kunne overholde de kvalitetskrav, der blev stillet.

### **D. Aktivitet 1.4 Miljøgodkendelse**

I denne aktivitet holdt vi møder med Høje Taastrup Kommune samt vores udlejer ROCKWOOL for at afklare muligheder og krav til at etablere testproduktionen i den hal, vi lejer i Hedehusene på ROCKWOOLs tidligere produktionsarealer.

Vi påbegyndte ansøgningsprocessen for at indhente miljøgodkendelse for ny produktion i Hedehusene. Øget produktion og efterspørgsel førte imidlertid til, at vi ikke kunne afse lagerplads til en ny produktion i Hedehusene, og vi ledte derefter alternative lokationer i Svendborg, hvor vores administration også er placeret.

Vi endte med at leje lokaler i en tidligere granitproduktion 1 minuts kørsel fra vores produktion i Svendborg og måtte starte dialogen forfra med Svendborg Kommune.

Efter en del dialog skønnede Svendborg Kommune imidlertid ikke, at det var nødvendigt at indhente miljøgodkendelse, og vi indstillede derfor ansøgningsprocessen for den nye adresse.

#### **1.2 Arbejdspakke 2 – testproduktion**

Arbejdspakke 2 omfattede udviklingen af testproduktionen og justering og indkøring af processer. I arbejdsplanen udviklede projektet også det præfabrikerede produkt og foretog produkttest til dokumentation af produktet.

Følgende aktiviteter udgør arbejdsplanen 2:

- Aktivitet 2.1 Udvikling af montageteknologi
- Aktivitet 2.2 Udvikling opskæringsproces
- Aktivitet 2.3 Testproduktion
- Aktivitet 2.4 Produkttest
- Aktivitet 2.5 Indkøring af proces

##### **1.2.1 Aktiviteter i arbejdsplanen 2**

Ifølge den oprindelige projektbeskrivelse, skulle testproduktionen være placeret i Gamle Murstens produktionshal i Hedehusene. Øget efterspørgsel betød imidlertid, at Gamle Mursten havde brug for hele lagerkapaciteten i Hedehusene. Derfor besluttede vi over midten af projektperioden at placere teknologien i Svendborg, hvor vi lejede en hal til testproduktionen. Det gav også mening i forhold til, at hovedparten af Gamle Murstens administrative funktioner er placeret på i Svendborg. Det er også i Svendborg, hvor vi har kompetencerne til at skære skaller.

### **A. Aktivitet 2.1 Udvikling af montageteknologi**

Udviklingen og integrationen af limsystemet til testproduktionen viste sig at være væsentlig mere kompliceret, end vi havde kalkuleret i projektplanen. Vi har derfor brugt meget tid på udfordringer omkring limsystemet, men også på at få afklaret problemstillinger omkring afskrivninger af maskinellet udstyr i projektet. Derfor har denne aktivitet strakt sig hele vejen til projektet slutning.

Selvom vi i den indledende fase i arbejdsplanen var opmærksom på udfordringer med limen, fortsatte disse udfordringer i AP2. En korrekt vedhæftning var et væsentligt succeskriterie for at lykkes med produktet.

Vi har i samarbejde med limleverandøren testet forskellige typer af de valgte limtyper under varierende temperaturforhold.

De udvalgte limtypers vedhæftning på henholdsvis isolering og skaller blev testet hos SBI, Statens Byggeforskningsinstitut, i en accelereret ældningstest, der svarer til 10 års klimapåvirkninger. Disse indledende test viste god vedhæftning, og vi turde gå videre med denne løsning.

Limløsningen blev herefter integreret i en robotløsning til montering af skaller på bagplader.

## B. Aktivitet 2.2 Udvikling af teknologi til opskæring

Omdrejningspunktet for aktivitet 2.2. har været at opsamle og analysere erfaringer omkring opskæringsprocessen for at optimere procesgange og opnå højest muligt udnyttelse af råvarerne. Resultaterne kan omsættes til et mere automatiseret opskæringsforløb post-projekt, hvis der viser sig et markedet for produkterne.

Vi har udviklet på filtrering af vand og på processer for håndtering af skæreslammet fra skæreplassen.



FIGUR 2: FORSKEL PÅ KANTERNE PÅ ET UBEHANDLET MIDTERSTYKKE (ØVERST) OG ET BEHANDLET MIDTERSTYKKE (NEDERST)

For at opnå en højere udnyttelse af råvarerne har vi udviklet en metode til behandling af midterstykket af de mursten, der er skåret skaller af, så vi opnår størst mulig ressourceudnyttelse af den enkelte mursten. Begrænsningen på at kunne udnytte midterstykkerne er udelukkende æstetisk: Når der er skåret skaller af murstenen, fremstår kanterne på midterstykket helt skarpe i modsætning til de afrundede kanter på de øvrige skaller.

For at løse problemet har vi undersøgt slyngrensningsanlæg. Det var imidlertid ekstremt bekosteligt.

Vi nåede frem til en mere simpel håndtering af midterstykkerne.

Omdrejningspunktet for aktivitet 2.2 har også været tilpasning af skæremaskinen i forhold til hastighed og størrelse. Vi har eksperimenteret med at kunne skære forskellige størrelser af mursten, hvilket giver nogle udfordringer i forhold til højden på akslerne.

Skæremaskinerne bruger vand til afkøling af klingerne. Her er vi lykkedes med at opsamle regnvand i et kar, som vi genanvender. Genanvendelsen af vand giver nogle udfordringer i forhold til filtrering, da skæreslammet sætter sig i filtrene i pumpen. Det er vigtigt, at skæreslammet filtreres fra, da det slider på klingen, og det er afgørende for at minimere udskiftningen af skæreklinger.

Et andet fokuspunkt har været at skære halve mursten, også kaldet kopper. De fleste ældre bygninger er muret i løber-kop-skifte, også kaldet krydsforbandt, og det vil derfor være nødvendigt at kunne skære kop-skaller for at kunne levere til renoveringsprojekter af ældre bygninger.

Kopskallerne skal bruges i en senere udvikling af produktdesignet.

## C. Aktivitet 2.3. Testproduktion

Den fulde produktionslinje for montageteknologi blev testet hos Kjærgaard i Løsning, Jylland.

Vi besluttede at etablere testproduktion i en 1000 m<sup>2</sup>'s lejet hal på Islandsvej i Svendborg. Adressen ligger 1 minuts kørsel fra Gamle Murstens adresse for rensning af mursten, hvilket er væsentligt for levering af råmaterialer/sten til opskæring.



Hallen har medarbejderforhold til fem personer og er placeret 500 m fra Svendborg-produktionen. Hallen har tidligere huset en granitproduktion, hvilket betyder, at der er installeret en skæreafdeling og forberedt til skæring af mursten. Selve skæremaskinerne hører dog ikke med i lejemålet, men skal installeres.

Kjærgaard overflyttede testproduktionen fra deres fabrik til fabrikken i Svendborg medio 2015.

#### D. Aktivitet 2.4. Produkttest

I aktivitet 2.4 arbejdede vi videre ud fra de prototyper, der blev præsenteret på BYGGERI '14-messen. Ud fra arbejdet med forbandter til de første prototyper blev der udarbejdet skabelon i metal til nogle manuelle produktionstests af facadebatts, og en manuel produktion af batts blev igangsat. De manuelle produktionstests gav os erfaringer med vedhæftning, tolerancer på skaller etc., som vi har bygget videre på.



De manuelle produktionstest blev udført på to typer af ROCKWOOL. En hårdt komprimeret ROCKWOOLplade samt en 30 mm blødere ROCKWOOLplade – begge primært til indvendige vægge. De manuelle test var en væsentlig erfaringsopsamling i forhold til valg af de rette batts/typer af bagplader.

Fokus på de manuelle tests var derfor:

- Limens hærdetid og dosering
- Limens reaktion – i hvor høj grad skallerne hævede sig fra batts
- At teste skallerens vedhæftning på batts i forhold til, om færdige batts skulle lægges i pres efter skallerne var blevet monteret på batts, eller om skallerne i så fald vil rykke sig.
- Metode til påføring af lim

#### FAKTA

Modulmål: 40 x 60 cm

M2: 4 moduler pr m2

#### EGENSKABER

- Ingen vedligehold af facade
- Nem montering
- Mulighed for at matche eksisterende facade
- Moduler kan skrues ned igen efter endt brug
- Materialer kan skilles ad og recirkuleres

De manuelle test gav os nogle resultater at arbejde videre med i såvel udvikling af teknologi som produkt.

Allerede i de første prototypetests testede ROCKWOOL forskellige typer af murstensforbandter.

For at opnå højst mulig udnyttelsesgrad af murstene arbejdede vi i testproduktionen udelukkende med løberforbandt, dvs udelukkende med hele skaller, da vi i så fald kunne udnytte fire sider af den enkelte mursten. Derudover har ROCKWOOL arbejdet med

FIGUR 4: LØBERFORBANDT

hjørneløsninger til murværkets hjørner, hvor der anvendes hjørneskaller.

ROCKWOOL arbejdede først med interne test af produktets holdbarhed.

Indledende blev der produceret prøver til ophængning på ROCKWOOLs facade i de koldeste vintermåneder med gode resultater. Efterfølgende blev prøver gennemvædet med vand og frosset ned i en dybfryser og tøet op igen ad 3 omgange med gode resultater. Derudover sendte vi fire

prøver afsted til test i limproducentens klimakammer i Tyskland, hvor vi testede hotmelt-løsning samt PU-limens egnethed. Disse tests viste også god vedhæftning.



FIGUR 5 LØSNINGER OMKRING VINDUER

En prototype af modulerne blev indledende testet hos Statens byggeforskningsinstitut, SBI, hvilket viste god vedhæftning. Herefter aftalte vi et testdesign i samarbejde med Teknologisk Institut, hvor de forskellige moduler bliver sat sammen til en enhed, via mørtelfuger og in-situ-monterede skaller. Til modulerne anvendte vi kalkmørtel fra firmaet KALK A/S. Kalkmørtlen er senere blevet cradle to cradle-certificeret.

Testdesignet indbefattede tre testforløb, der testede vedhæftningen mellem isolering, skaller, lim og mørtel. Testforløbene omfattede

- Accelerated ageing/climatic strains



FIGUR 6 OPSTILLING AF PRØVEEMNER I KLIMAKAMMER HOS TEKNOLOGISK INSTITUT

(NT- BUILD 495)

- Fugtstabilitetstest
- Aftrækstest for at teste vindlast (testet i henhold til EN1991-4)

Den accelererede klimatest løb over 12 uger. Fugtstabilitetstest og Aftrækstest blev afsluttet med gode resultater.

Prøverne var muret op i den type kalkmørtel, der senere blev cradle to cradle-certificeret. Resultaterne af test beskrives nærmere under aktivitet 3.1

Som en del af aktivitet '2.4 produkttest' indgik også forsøg med alternative isoleringsmaterialer. I starten af projektet kontaktede vi en bred vifte af producenter af hårde isoleringsbatts, blandt andet træfiber, kork og papiruld.

Vi har lavet eksperimenter med træfiberbatts og korkplader. Det førte til, at vi kunne lave indledende forsøg med disse isoleringstyper. De testede træfiberbatts viste mangelfuld vedhæftning. Vi fandt dog frem til en type træfiberbatts i slutningen af projektet, som var mere egnet til præfabrikering og som vi nåede at lave nogle indledende test på. Det vil vi arbejde videre med post-projekt.

Vi har arbejdet en del med kork-kombinationer i samarbejde med firmaet Eurotag.

Kork er interessant, fordi det er et bæredygtigt byggemateriale med en række byggetekniske fordele. Blandt andet har materialet stor modstandsdygtighed over for bakterieangreb og skimmelsvamp.

Kork har samtidig en høj isoleringsevne.

Kombinationen af kork og skaller er blevet testet hos Dansk Brandteknisk Institut.

### **E. Aktivitet 2.5 Indkøring af proces.**

Blandt andet udfordringer med lim-systemet har ført til, at denne aktivitet har været yderst langstrakt. Selvom hallen har været opvarmet stødte vi alligevel på problemer med limens temperaturfølsomhed, da det begyndte at blive koldt. Vi måtte en del testkørsel igennem, før vi nåede frem til, at der på trods af at vi holdt en konstant temperatur i hallen, alligevel var problemer med limens temperatur.

Status er, at vi ved projektets afslutning stadig arbejder videre med justeringer.

### 1.3 Arbejdspakke 3 – produktokumentation og forretningsmodel

Arbejdspakke tre omfattede en analyse og dokumentation af produktet samt forretningsmodeller for take-back og leasing.

Følgende aktiviteter udgør arbejdsopgave 3:

- Aktivitet 3.1 Analyse og dokumentation af produkt
- Aktivitet 3.2 Analyse af mulige metoder for take-back og leasing
- Aktivitet 3.3 Supply-aftaler og afsætningskanaler

#### 1.3.1 Aktiviteter i arbejdsopgave 3

##### A. Aktivitet 3.1 Analyse og dokumentation af produkt

Denne aktivitet har indeholdt analyse og vurderinger af produktet ud fra de resultater, som de forskellige testdesigns har medført.

Testforløbene har været omfattende og har givet gode indikationer, men det vil være nødvendigt med flere test for at nå frem til en helt formel og færdig dokumentation af produktet. Denne dokumentation afhænger af en konsekvent produktionsmetode, der først er mulig, når robotten producerer stabilt.

I aktivitet 2.4 forberedte og indsendte vi moduler til tre typer af test hos Teknologisk Institut.

Prøverne, der bestod af henholdsvis nye murstensskaller og gamle murstensskaller på henholdsvis hårde ROCKWOOL plader og 100 mm ROCKWOOL, blev fabrikeret manuelt, og vi måtte erfare, at de små uensartetheder i prøverne gav udslag i testresultaterne.

De opnåede testresultater var ok og varsler om et stabilt produkt, vi kan gå på markedet med. Det kan blandt andet konstateres, at der i løbet af klimatesten ikke har været tilfælde, hvor murskaller falder af isoleringen. Klimatesten, der var en simuleringstest, kørte fra 17. april til 3. juli.

Resultaterne i aftrækstesten var også lovende og gode nok til at klare vindlaste op til 20-25 meters højde. Uensartetheden i resultaterne var imidlertid for stor, og derfor bør vi gentage testen, når vi har en mere ensartet produktionsmetode, så vi kan opnå bedre og mere standardiserede resultater. Det vil have positiv indvirkning i forhold til at opnå høje aftræksstyrker. I forhold til aftræksstyrken imellem mursten og isolering anbefales det blandt andet, at der anvendes en større mængde lim til fastgørelsen af murstenene, således at denne trækstyrke bliver minimum 50N. Da klimapåvirkningen ses at reducere aftræksstyrken kraftigt, bør det undersøges, hvordan limning og fugning kan sikre større modstandsdygtighed.

Vi har indledt arbejdet med at certificere vægsystemerne hos ETA-Danmark. ETA står for europæisk teknisk vurdering (European Technical Assessment) og er en frivillig ordning for innovative produkter, der endnu ikke er omfattet af harmoniserede standarder. Med en ETA kan man CE-mærke sit produkt. ETA-certificeringen vil inkludere et omfattende testforløb. Primo 2016 fik vi tilsagn om et MUDP-projekt, hvor netop test og ETA-certificering af brugte mursten er omdrejningspunktet. Projektet forventes afsluttet medio 2017.

Moduler i kombinationen kork og murstensskaller blev klargjort og sendt til test hos Dansk Brandteknisk Institut i aktivitet 2.4. Produkttest.

Prøverne blev testet i henhold til standarden EN 13823:2010.

Analyserne af moduler med kork hos Dansk Brandteknisk Institut havde til formål at påvise, hvordan og under hvilke betingelser et materiale baseret på kork kan anvendes i byggeprojekter, således at brandtekniske funktionskrav i bygningsreglement 2010 (BR10) overholdes.

Derbigum, der forhandler kork, har haft en del udfordringer med, at korken ved test bliver placeret i en brandklasse, hvor det ikke kan godkendes til brug i facade. Dette sker, fordi at korken, selv om den ikke brænder, bliver meget hurtigt opvarmet. Kombinationen af skaller og kork gør imidlertid, at korken kan anvendes på facader.

Resultatet af testene viste nemlig, at murstensskallerne havde en god varmebeskyttelsesevne. De viste samtidig, at skallerne var svære at få af korken efter prøvning, hvilket indikerede, at fastholdelse af murstensskallerne stadig var god, og der ikke var sket en beskadigelse af korken.

## **B. Aktivitet 3.2 Analyse af mulige metoder for take-back og leasing**

Aktiviteterne i aktivitet 3.2 har drejet sig om at indsamle viden om cirkulær økonomi og om eksisterende grønne forretningsmodeller, som vi kunne søge inspiration i.

Vi har deltaget i en række seminarer om cirkulær økonomi og grønne forretningsmodeller hos Dansk Industri, Dansk Byggeri, DAKOFA, House of Green, debatter på Folkemødet, Miljøstyrelsens seminarer etc.. Vi har søgt inspiration hos virksomheder, der har opbygget forretningsmodeller omkring urban mining, tilbagekøbsaftaler/take-back systemer samt virksomheder, der arbejder med funktionsleasing, hvor man leverer et produkt som en service. Det vil være sidstnævnte model, som vi vil basere en fremtidig forretningsmodel på.

Vi har søgt inspiration hos Rheinzink, der i deres danske afdeling har opbygget en forretningsmodel for et take-back system for zink, også kaldet urban mining dvs genanvendelse og genindvinding af råstoffer i stedet for nyindvinding eller nyproduktion. Rheinzinks eksempel er især spændende i forhold til supply af råvarer af hele mursten til produktionen af Gamle Mursten Vægssystemer. Hele for-produktionen af vægssystemerne, dvs. rensning af de hele mursten, som vi får ind fra nedrivninger, bygger jo på en variation af take-back-systemet. Dermed ligger take-back systemet allerede indlejret i Gamle Mursten Vægssystemer, da produktet består af restprodukter fra Gamle Murstens produktion. De mursten der ikke kan bruges én til én pga. af skader, slåede hjørner eller andet, indgår i produktionen af Gamle Mursten Vægssystemer, og take-back systemet for de hele mursten er dermed en forudsætning for Vægssystemernes eksistens. I løbet af projektperioden har vi videreudviklet og strømlinet systemet ved at tilbyde nedriverne at indgå en indkøbsaftale på mursten fra konkrete nedrivninger. Denne fremgangsmåde vil blive beskrevet yderligere under aktivitet 3.3 Supply- og afsætningskanaler.

Som nævnt i indledning har vi søgt inspiration i funktionsleasing, der går ud på, at man leverer et produkt som en service. Et argument for funktionsleasing er, at det vil højne kvaliteten af produkterne. Producenter af funktionsleasede produkter har interesse i at lave bedre produkter, da producenten har vedligeholdelsesretten.

En leasingmodel for Gamle Mursten Vægssystemerne vil i første omgang være relevant for boligforeninger, hvor modellen indeholder vedligehold og udskiftning af vægge.

I de modeller vi har arbejdet med, vil vi levere abonnementsordninger til fx boligforeninger, hvor vi kan vedligeholde eller udskifte interne vægge eller tilbyde leasing på lige fod med almindelig leasing og leasing af facadeisolering.

I modellen kan et boligselskab eksempelvis få en gavl isoleret under en leasingkontrakt på 8,10 eller 12 år. Efter endt periode påhviler vedligehold leasingudbyder og løsningen vil kunne genleases i et nyt leasingprojekt. Ellers kan muren pilles ned og genbruges i et nyt projekt.

En kritisk faktor ved funktionsleasing og generelt ved opstart af ny virksomhed er tilvejebringelse af finansielle midler. Selve finansiering under leasingen er for stor en risiko for et lille firma. Derfor har vi arbejdet på forskellige leasingmodeller, hvor finansiering skal ske gennem et leasingsselskab som fx Nykredit Leasing, der påtager sig finansieringsaftalen. Løsningen kan tilbydes sammen med entreprenører, der tilbyder løsningen til boligforeninger. I en ideel model køber leasingsselskabet produktet og ydelsen af os, og de får finansiering ind via leasingen fra kunden.

Leasingsselskabet ejer så 20% efter de 10 år.

Fordelen for kunden, hvis det er en boligforening er, at leasingen kan lægges ind i vedligeholdelseshuslejen. Det er også muligt at regne varmebesparelsen ind i afdraget lig med modeller som eksempelvis virksomheden Sustain Solutions har udviklet. Sustain Solution leverer

energibesparende løsninger til boligforeninger. Afregningen af kunden foregår gennem en andel i energibesparelserne - dvs. at investeringen ydes i form af et lån, som tilbagebetales via (en andel af) den besparelse, der ligger i det lavere energiforbrug ejendommen opnår. På den måde sikrer modellen, at ejendommen ikke har udgifter ved energirenoveringen.

Ulemperne i forhold til en funktionsleasingsmodel er, at man især på det offentlige marked primært tænker i besparelser på kort sigt. En anden ulempe er udbudsdirektiverne, og udbud og arkitektkonkurrencer gør, at der kan være udfordringer i at konvertere til en leasingmodel.

Fordelen ved en leasingmodel for os som virksomhed er, at vi får finansieret vores salg og får adgang til volumen. Vi tror på, at denne model er gangbar, og vi har engageret en forsikringsrådgiver i at regne videre på modellen.

De miljømæssige fordele er, at man ved leasingmodellen øger incitamentet til at vedligeholde produkterne, så de kan holde længere og genbruges på andre vægge eller facader.

### **Psykologiske barrierer for genbrug**

For at kunne opnå en holdbar forretningsmodel for take-back og leasing, er det også nødvendigt at have fokus på psykologiske barrierer, der kan være en hindring for en succesfuld indgang til markedet. Derfor har vi også undersøgt de mekanismer inden for adfærdsdesign, der kan have positive eller negative effekter på en cirkulær forretningsmodel for Vægsystemerne. Undersøgelser inden for adfærdsdesign viser, at psykologiske barrierer kan være en hindring for genbrug hos forbrugerne. Derfor er det vigtigt at være bevidst om disse barrierer for at imødekomme dem i forretnings- eller produktdesignet. Eksempler på psykologiske Barrierer kan være, at vi fascineres af det nye (novelty effect), at vi knytter os til ting, som vi rører ved, så vi er disponeret for at eje samt at personlighed sætter sig i ting.<sup>1</sup> Eksemplerne her kan være en hindring for, at forbrugerne ønsker at lease eller genbruge produkter.

Det vil sige, at psykologiske barrierer medfører, at vi kan have svært ved at genbruge, selv om vi rent rationelt kan se ideen i det. Til at imødekomme denne barriere, har adfærdspsykologier introduceret begrebet 'skyen'. Skyen er det mellemlid, der vasker, rengører eller reparerer, så den der overtager den genbrugte eller delte vare ikke oplever, at vi deler, men derimod at vi opfatter varen som ny. Man ser det i delebilsordninger, hotelværelser etc., hvor et mellemlid fjerner sporene fra andre brugere.

Vi antager, at det vil være nødvendigt at integrere begrebet 'Skyen' i en leasing-model for Gamle Mursten Vægsystemer, når vægsystemerne tages hjem og reparerer, inden de sendes ud til en ny kunde.

Vi har endvidere brainstormet på, hvordan man kunne udforme kollaborative løsninger, hvor man samarbejder med forskellige materialeleverandører.

Samarbejdet kunne ske ud fra en webplatform, hvor igennem materialeproducenter kunne tilbyde deres løsning i varierende kombinationer. Koordineringen, sammensætningen og leveringen af den færdige løsning ville så blive håndteret af platformen.

Kundernes ønsker til facadeløsninger eller løsninger til indvendige vægge ville være udgangspunktet og rundt omkring ville være et økosystem af leverandører og interessenter, der stillede sig til rådighed for at bidrage til løsninger. Denne løsning vil stille krav til virksomhedernes evne til at spille sammen med de øvrige parter, fx ved at overholde de fælles standarder for moduler. Det vil også stille krav til teknologien, der skal udvikles til at være mere fleksibel i sit design og nem at omstille til andre designs, sammensætninger og murstensforbandter.

Materialer skulle leveres fra materialeproducenterne og sammensættes og produceres på Vægsystemer-teknologien og leveres direkte til kunden.

Fordelene ville være, at der ikke skulle produceres til lager, men udelukkende til ordrer samt at det ville være materialeleverandørerne, der stod for markedsføringen af produktet til slutkunderne.

---

<sup>1</sup> Pelle Guldborg Hansen, Cirkulære Økonomi Konference afholdt af Dansk Byggeri.

Denne løsning er endnu kun på ide-niveau, og vi må vurdere, hvorvidt den er værd at forfølge yderligere, når teknologien kører optimalt, og vi har en stærkere fornemmelse af markedet.

### C. Aktivitet 3.3. Supply-aftaler og afsætningskanaler

Råvarerne til produktionen af Gamle mursten Vægssystemer kommer fra restmaterialer fra rensningen af Gamle Mursten. De mursten, der ikke kan bruges én til én, skæres til skaller, der indgår i produktionen af Vægssystemerne.

I Gamle Mursten har vi fået hul på levering til store projekter i 2016, og det kræver øgede mængder af indgående tonnage. Dermed øges mængden af restmaterialer til Vægssystemerne tilsvarende.

På supplysiden har vi derfor arbejdet aktivt med at sikre de indgående materialer, dvs mursten fra nedrivninger. For at opnå tilstrækkelig supply af råvarer i form af mursten til skæring, er Gamle Mursten i dialog med en række kommuner omkring etablering af produktionsenheder og samarbejder med de kommunale affaldsselskaber, så vi er sikret råvarer fra de pågældende



kommuner. Vi har indgået en aftale om at indgå i et OPP med affaldsselskabet AVV, hvor vi ønsker at oprette en socialøkonomisk produktionsenhed. Aftalen forpligter ejerkommunerne Hjørring og Brønderslev til også at levere materialer. Der er underskrevet hensigtserklæring mellem Gamle Mursten og AVV, og vi er i skrivende stund i gang med at undersøge det juridiske omkring aftalen.

Vi er i gang med en lignende aftale med Næstved kommune, og Odense Kommune er også interesserede.

Derudover har vi påbegyndt et samarbejde med RGS90 om at modtage deres rene murstensfraktioner. Med NCC Recycling samarbejder vi omkring at sikre en god proces for nedrivning, bortskaffelse, rensning og genbrug. Det sker primært på vores plads i Hedehusene, hvor NCC kan levere materialer fra deres egne nedrivninger i forbindelse med deres byggeprocesser. De aftager samtidig vores restmaterialer til recycling efter at "skæresten" til vægssystemer er sorteret fra.

FIGUR 7 PRÆFABRIKERET ELEMENT PÅ BYGGERI 16-MESSEN

På afsætningssiden har Gamle Mursten arbejdet på at indgå alliancer med leverandører af isolering og plader, så vi kan lave en produktpakke på, hvordan vi kan kombinere de forskellige produkter. Vi er nået langt med Derbigum, der er leverandør af kork. Vi arbejder med en leverandør af træfiberbatts og selvfølgelig med ROCKWOOL Scandinavien, hvor vi har en aftale om at sælge deres produkter, men de har endnu ikke tilkendegivet nogen interesse i at ville indgå i et egentligt salgssamarbejde. Vi arbejder på at kunne levere til ROCKWOOLs ventilerede facadesystemer, der indtil nu primært har været kombineret med et armeret pudslag.

Ifølge flere kilder, støtter Landsbyggefonden imidlertid ikke længere pudsede facadeløsninger (dvs isolering med puds), fordi der i mange tilfælde opstår problemer med pudslaget. Pudsløsningerne udgør minimum 25% af isoleringsleverandørernes marked for efterisolering, og det vil skabe plads til alternative løsninger, såsom Gamle Mursten Vægssystemer.

Præfabrikeret elementbyggeri er på vej frem, da det sparer tid og lønninger på byggepladsen. Der kommer flere og flere aktører på markedet både inden for præfabrikerede betonelementer og præfabrikerede træelementer.

Firmaet Taasinge Elementer producerer præfabrikerede elementer i træ. Løsningerne "skræddersyes" til byggerierne ved hjælp af moderne, 3D-baseret informationsteknologi, og produktpaljetten omfatter løsninger til stort set alle typer byggeri, - herunder produktion/lager,

institutioner/skoler, kultur/idræt, kontor/administration og samlede ferie- og boligbebyggelser og etageboliger op til 4 etager.<sup>2</sup>

Markedet for præfabrikerede træelementer repræsenterer i tusindvis af kvadratmeter – alene Taasinge Elementer producerer 150.000 m<sup>2</sup> om året. Det er et spændende volumenmarked for Gamle Mursten Vægssystemer, da Taasinge Elementer ikke tidligere har været i stand til at tilbyde tegl som facadeløsning, fordi det har været for tungt. Ved at indgå et samarbejde vil vi derfor få adgang til markedet for etagebyggeri. Vi har leveret plader til Taasinge Elementers prøveproduktion, som de bruger til at teste kombinationen af Vægssystemer og deres elementproduktion.



FIGUR 8 PRÆFABRIKEREDE TRÆELEMENTER HOS TAASINGE ELEMENTER

Pladerne vil blive produceret på Gamle Murstens fabrik og påsættes de præfabrikerede elementer hos Taasinge Elementer, hvorfra de skal leveres til kunden. Der vil være mulighed for at kunne vælge præcis den facade, kunden ønsker.

Taasinge Elementer leder nu efter mindre prøveprojekter, hvor de kan teste forskellige løsninger af – det er især samlinger og løsninger omkring vinduer og døre, der skal testes in-situ.

Taasinge Elementer har en række større projekter hos boligforeninger, som er interesseret i løsningen og potentialet for samarbejdet ligger i volumenmarkeder inden for energirenoveringer,

men løsningsdetaljerne skal testes af først, og vi forventer at finde frem til de mindre prøveprojekter i løbet af 2016.

#### 1.4 Arbejdspakke 4 – showcases

I arbejdspakke 4 tilrettelagde og udførte vi showcases på både facadeisolering og interør efterisolering.

Følgende aktiviteter udgør arbejdspakke 4:

- Aktivitet 4.1 Planlægning og tilrettelæggelse af demonstrationsforløb
- Aktivitet 4.2 Montagecase – facaderenovering



- Aktivitet 4.3 Montagecase – interør
- Aktivitet 4.4. Analyse og dokumentation af montageproces

##### 1.4.1 Aktiviteter i arbejdspakke 4

Allerede fra starten af projektet har der været stor interesse for det endelige produkt, hvilket har givet en del bevågenhed og dialog om mulige forsøgsprojekter. Der har især været stor fokus på isolering af gavle. Gavlisolering var også være fokus for 'aktivitet 4.2. montagecase – facadeisolering'.

<sup>2</sup> www.taasinge.dk



#### **A. Aktivitet 4.1 Planlægning og tilrettelæggelse af demonstrationsforløb (benævnt aktivitet 3.4 i budgettet)**

Der har særligt været bevågenhed i forhold til efterisolering af større boligforeninger. En række boligforeninger har henvendt sig, både energirenovierungsprojekter og med byfornyelsesprojekter. En større boligforening i Odense, Civica, har konkret henvendt sig med et projekt omkring efterisolering af 30 gavle. Beboerbestyrelsen var på besøg for at besigtige Vægsystem-prototyperne i Svendborg og høre mere om produkterne.

Den indledende dialog med de forskellige aktører i boligforeningerne, lige fra ejendomsselskaber, entreprenører til beboerbestyrelser, har givet os en vigtig indsigt i processerne bag beslutningen om materialevalg samt hvilke problemstillinger, disse foreninger står over for samt at processerne generelt tager lang tid.

Gamle Mursten blev inviteret til at deltage på et seminar om isoleringsløsninger i eksisterende byggeri arrangeret af Københavns Kommunes afdeling, Byens Fysik, Område og Byfornyelse. Herigennem kom vi i kontakt med Center for bæredygtig renovering, der ønskede at opstarte demonstrationsprojekter, hvor man anvender Gamle Murstens Vægssystemer til facadeisolering af gavle på bygninger med lav bevaringsværdi. Bevaringsværdi vurderes efter SAVE-metoden, hvor de arkitektoniske værdier vurderes på en skala fra 1-9. Jo lavere kode, desto færre krav stilles til facaden.

En række projekter fik tilsagn og Københavns Kommunes afdeling for område og byfornyelse tog kontakt til arkitekterne bag projektet for at tilbyde at gøre dem til demonstrationsprojekter for vores isoleringsløsning – evt. i projektform, hvor man i samarbejde med et GIS-institut måler på resultatet løbende. Vi afventer stadig, at konkrete projekter igangsættes.



**FIGUR 9 FORSØG MED HJØRNELØSNINGER PÅ GAVLISOLERING**

Meget tyder på at efterisolering af gavle vil være oplagte projekter for Gamle Mursten Vægssystemer-produktet. Især fordi det i mange tilfælde er den løsning, som boligforeningerne vælger kombineret med udskiftninger til energirigtige vinduer og døre. Derfor har vi i samarbejde med ROCKWOOL arbejdet med hjørneløsninger, der kan være en udfordring ved gavlisolering, hvis man skal skabe æstetiske samlinger mellem den nye gavl og den eksisterende facade med det oprindelige murværk.

For Gamle Mursten Vægssystemer til indvendige vægge har vi eksperimenteret med opsætningsmetoder på lægtesystemer, der kan give os et erfaringsgrundlag for den endelige montagecase til interiør.

Vi har taget tilløb til en del projekter. Vi havde bestilt et hus, der var udviklet af ROCKWOOLS prototype-afdeling i samarbejde med en arkitekt. Huset var modulopbyggede klikelementer isoleret med ROCKWOOL. Vi var nået langt i såvel design som planlægning, da ROCKWOOL besluttede at skrinlægge produktudviklingen, og processen stoppede på

grund af juridiske trækasserier mellem arkitekten og ROCKWOOL. Arkitekten har nu overtaget rettighederne til opfindelsen, og projektet er strandet. Vi arbejder nu på at udvikle et modulbygget hus med Taasinge Elementer i stedet.

#### **B. Aktivitet 4.1 Montagecase – facaderenovering**

Vi blev kontaktet af ejendomsselskabet, CEJ Ejendomme. De er administrator for en andelsforening, der var blevet anbefalet af Københavns Kommune at anvende Gamle Mursten Vægssystemer i deres efterisoleringsprojekt, hvor de skulle efterisolere gavle.



Vi holdt en del møder med CEJ-ejendomme, og Gamle Mursten Vægssystemer blev indskrevet som mulighed i udbudsmaterialet.

Vi gav priser til forskellige entreprenører, som vi var i dialog med i henhold til opsætning mv.

Vi leverede prøver med en svagt patineret gul maskinrenset sortering til entreprenøren, men desværre strandede projektet hos entreprenøren. Det skete fordi entreprenøren bød under vores pris med et tilbud om manuel opsætning af murstensskaller.

Efter projektets afslutning er CEJ-Ejendomme imidlertid vendt tilbage, fordi entreprenørens pris ikke holdt, og vægsystemerne er i spil i projektet igen.

Som også beskrevet i aktivitet 3.2 Supply- og afsætningskanaler har vi indgået et samarbejde med Taasinge Elementer.

### C. Aktivitet 4.2 Montagecase – interiør

Det lykkedes os at levere til to montagecases for Vægssystemer til interiør. Den første interiørcase fandt sted i et kontorbyggeri på Artillerivej i København, hvor vægsystemet blev sat op på en endevæg. Planen for indretningen af kontorlokalerne var, at de rå murstensydervægge skulle stå bare, og endevægge og skillevægge skulle matche ydervæggene. Bygningen er en gammel trikotagefabrik, der skal omdannes til kontorbygning. Nedenfor ses billeder af pladerne monteret på en endevæg. Det var entreprenørens håndværkere, der stod for opsætningen.



FIGUR 10: BILLEDER FRA DEN GAMLE TRIKOTAGEFABRIK PÅ ARTILLERIVEJ. DER ER OPSAT GAMLE MURSTEN VÆGSYSTEMER PÅ ENDEVÆGGEN

I næste interiørcase styrede vi selv processen, så vi havde mulighed for at følge muligheder og udfordringer fra start til slut.

En populær Juice og Sandwichbar i Svendborg indvilgede i at stille vægge til rådighed, og en lokal murermester satte pladerne op. Processen blev dokumenteret med videoklip.

For at forankre lokalhistorien i casen valgte vi at skære murstensskallerne af mursten, vi havde modtaget fra nedrivningen af det legendariske værtshus, Rob Roy i Svendborg, der havde måtte lade livet for at skabe plads til en trappe i et byfornyelsesprojekt.

Vi gjorde casen til en event, som vi annoncerede i lokalradioen, vi fik kontakt til den lokale presse, og Svendborgs borgmester blev inviteret forbi til indvielse af vægsystemerne.



FIGUR 11: SVENDBORGS BORGMESTER BESIGTIGER DE NYE VÆGGE

#### D. Aktivitet 4.3 Evaluering og dokumentation af montagecases

Efter de to cases har vi afholdt evalueringsforløb, hvor vi har sammenholdt erfaringerne fra de to interiørcases med vores interne medarbejders test af montering af prøvevægge både i Hedehusene og på fabrikken i Svendborg. Der blev udarbejdet et spørgeskema, som testpersonerne blev interviewet ud fra. Testpersonerne bestod af både faglærte murere og testpersoner uden forudgående murererfaring.

Erfaringerne fra opsamlingen blev opsummeret, og generelt kan siges, at arbejdet med Vægssystemerne opfattes positivt af testpersonerne og selve opsætningen af pladerne opleves som hurtig og nem. I opstartsfasen var det væsentligt at placere pladerne, så fugen blev jævn, så der var noget sorteringsarbejde i starten.

Selve processen med at fuge væggene er tidskrævende, men det ville også gøre sig gældende for traditionelt murværk. Fugearbejdet blev også karakteriseret som den sjove del af arbejdet, hvor man helt selv kan bestemme det udtryk, væggen får. Dog tager det lidt tid at lære, og det kræver nogle redskaber.

Det færdige udseende afhænger af fugearbejdet. Hvis man gerne vil have det rustikke udtryk, så tager det væsentlig længere tid. Mørtelmængden er forskellig alt efter hvilken typer underlag, skallerne er klæbet fast på.

På baggrund af interviewene kunne vi sammenfatte nogle anbefalinger til arbejdsgange, limtyper, valg af skruer og fugning, som vi har integreret i en manual til opsætning af pladerne.

#### 1.5 Arbejdspakke 5: Projektledelse og Formidling

Arbejdspakke 5 indeholdt følgende aktiviteter:

Aktivitet 5.1 Projektledelse

Aktivitet 5.2 Formidling af projektresultater.

##### 1.5.1 Aktiviteter i arbejdspakke 5

###### A. Aktivitet 5.1 Projektledelse

Formålet med denne aktivitet har været at sikre fremdrift i projektet og afrapportere fremdriften til tilskudsgiver.

I april måned 2014 reviderede vi projektbeskrivelsen, da vi måtte skrive vores projektpartner PlanMiljø ud af projektet. PlanMiljø gennemførte en intern opdeling af deres virksomhed, hvor projektlederen for vores projekt ikke længere var en del af PlanMiljø, og vi valgte derfor at opsigte samarbejdet.

I den forbindelse måtte vi revidere projektbeskrivelse og budget, hvilket blev godkendt af Miljøstyrelsen i slutningen af april

Et Følgegruppemøde blev afholdt med Miljøstyrelsen repræsenteret af Helle Winther og Anne-Sofie Nielsen. Derudover har vi i aktivitet 5.1 sørget for generelt fremgang i projektet. Da der er udlæg til blandt andet skæremaskine som vi ikke har anvendt, har vi ansøgt og fået godkendt en omdisponering af udlæg til timer. Vi har generelt anvendt flere timer i projektet end budgetteret – særligt i Arbejdsplan to, hvor vi havde en række udfordringer med robotteknologien og integration af limesystem.

## B. Aktivitet 5.2 Formidling

Vi har fra start af formået at udbrede kendskabet til både projekt og produkt.

Formidlingsaktiviteterne startede i forbindelse med BYGGERI 14'-messen, hvor vi præsenterede den første prototype af Vægssystemerne, flankeret af en pressemeddelelse, der blev grebet og videreformidlet af en række fagblade.



Vi har holdt en række oplæg, hvor vi har haft mulighed for at præsentere projektet, blandt andet for Københavns Kommune, Holbæk Kommune og Svendborg Kommune. Vi har holdt oplæg på konferencedelen af Almene Boligdage, hvor vi præsenterede Vægssystemerne. Vi har endvidere haft besøg af forskellige netværk, og vi har haft flere internationale delegationer ude gennem netværket "House of Green", blandt andet Luxembourg Cluster Visit og en repræsentant fra EU, der medbragte en indisk delegation fra regionen Chandigarh. Selv om eksport er et projekt i sig selv, har det været tydeligt fra disse besøg, at der er et stort eksportpotentiale i Vægssystemerne.



Gamle Mursten Vægssystemer blev endvidere nomineret til Byggeriets Miljøpris på BYGGERI '16-messen i Fredericia. Miljøprisen går til dokumenteret bæredygtige produkter eller løsninger, der opfylder en række opstillede krav. Prisen blev tildelt på messen i marts måned, hvor ITOOLS I/S vandt med deres CleanSpace-turbomask.

Med nomineringen fik Gamle Mursten mulighed for også at udstille på messens klimastand.



Vi har udarbejdet en række dokumentations- og informationsmaterialer for både produkt og projekt og har generelt været meget aktive i formidling af projekt og produkt.

I forbindelse med interiørcasen fik vi kontakt til de lokale medier. Både Fyns Amts Avis og Fyns Stiftstidende samt lokalradioen fortalte om projektet og borgmesteren mødte også op på dagen, hvor vi satte vægssystemer op.

Afslutningsvist holdt vi åbningsfest for fabrikken i november 2015 – en måned før afslutningen af projektet. Fabrikken blev skudt godt i gang med demonstration af skæremaskine, robotten og taler fra bla. arkitekt Anders Lendager og viceborgmester i Svendborg Henrik Nielsen. Miljøstyrelsen var også

repræsenteret på dagen.

Åbningen af fabrikken blev omtalt i en række fagmedier.



Sideløbende, men ikke som en del af projektet, har vi udviklet et hjemmesidekoncept for Gamle Mursten Vægssystemer inklusive webshop, som går online april/maj 2016 på adressen [www.gmsystemer.dk](http://www.gmsystemer.dk)

## **Udvikling og test af gamle mursten skalprodukt på isoleringsbatts**

Gamle Mursten har i samarbejde med ROCKWOOL konceptudviklet et vægsystem, der udmønter sig i et nyt bæredygtigt byggemateriale til isolering og efterisolering af facader og til dekoration af indvendige vægge.

Baggrunden for at kunne udvikle vægsystemerne er en innovativ teknologi, og bag det robotsystem, der placerer genbrugsmurstensskaller ligger ligeledes en omfattende konceptudvikling. Teknologien er udviklet i samarbejde med Kjærgaard A/S. I projektet er der gennemført en række tests af produktet og der er arbejdet på at opnå supply af råvarer til produktionen og arbejdet med forskellige afsætningskanaler. Der er undersøgt og støbt fundamentet til en grøn forretningsmodel med funktionsleasing af det færdige produkt, hvor Gamle Mursten Vægsystemer kan leveres som en service i en servicemodel fremfor udelukkende som et færdigkøbt produkt. Produktets anvendelse er demonstreret både som facade- og som interiørløsning.



**Miljø- og  
Fødevareministeriet**  
Miljøstyrelsen

Strandgade 29  
1401 Copenhagen K, Denmark  
Tel.: (+45) 72 54 40 00

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