



Miljø- og
Fødevareministeriet
Miljøstyrelsen

MUDP projektet ”Cirkulært ressourcekredsløb for bygningintegreret ventilationsenhed med varmegenvinding”



Miljøprojekt nr. 1999

Marts 2018



Udgiver: Miljøstyrelsen

Redaktion: Peder Vejsig Pedersen

Grafiker/bureau: Cenergia – en del af Kuben Management

Tryk: Kuben Management

Fotos:

Primært, Peder Vejsig Pedersen

ISBN: 978-87-93614-98-7

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

Introduktion	4
1. Resultater fra Arbejdspakke 1 og 2	5
1.1 Resume af resultater	5
1.2 Samlet status på projektudvikling	7
1.3 Samlet status på forretningsmæssige aktiviteter	7
2. Resultater fra arbejdspakke 3 og 4	8
2.1 Gennemførte afprøvninger	9
2.2 Udestående aktiviteter	12
2.3 Kommunikation af projektets resultater	14
Bilag 1.MUDP projektet ”Cirkulært ressourcekredsløb for bygningsintegreret ventilationsenhed med varmegenvinding”	17
J.nr. MST-141-01044	17
Bilag 1.1 Produktdata Ecovent RT100	17
Bilag 1.2 Produktdata Ecovent RT300	17
Bilag 1.3 Kuben Management v. Jakob Klint: Notat om ventilation	17
Bilag 1.4 Cenergja v. Peder Vejsig Pedersen: Forsøg med decentrale bygningsindpassede ventilationsløsninger med varmegenvinding	17
Bilag 1.5 Vugge til Vugge v. Anette Hastrup: Oplysning om indledende undersøgelse	17
Bilag 1.6 Kuben Management v. Jakob Klint og Peder Vejsig Pedersen: “Living in Light Box” brochure	17
Bilag 1.7 Vinduesintegreret ventilationsenhed samt nyt automatisk filterboks modul.	17
Bilag 1.8 Lykkebo skole. Et decentralt og bygningsindpasset ventilationsdemonstrationsprojekt. Midtvejsevaluering	17
Bilag 1.9 Teknologisk Institut. Energitest af Ecovent RVU	17
Bilag 1.10 Ecovent Unifilter. Produktdata	17
Bilag 1.11 A: Recair Sensitive RS160 brochure / B: Hygiene-Institut des Ruhrgebiets. Test rapport vedr. RS160	17
Bilag 1.12 Installator.dk: “Det er tid til et opgør med dårligt indeklima”	17
Bilag 1.13 Inspektion af skoleventilation	17
Bilag 1.14 Bygningsindpassede ventilationsløsninger	17
Bilag 1.15 Eksempel på meget vellykket afprøvning af boligventilationsløsning i boligblok 12 i Gyldenrisparken på Amager.	17
Bilag 1.16 Ecovent Remote Ventilation Control Systems (målinger)	17

Introduktion

Cenergia, som nu er en del af Kuben Management, har siden 2015 arbejdet aktivt for at kombinere ideerne med at få udviklet bedre ventilationsløsninger ved at fokusere på bygningsindpassning og forbedret styring og drift, samtidig med at der satses på et cirkulært ressource kredsløb.

Der har her været et tæt samarbejde med Kuben Management, som Cenergia siden oktober 2016 nu er en del af, og firmaet Ecovent, som der har været et udviklingssamarbejde med i en længere årrække.

Ved projektstarten for MUDP projektet "Cirkulært ressourcekredsløb for bygningsindpasset ventilationsenhed med varmegenvinding" arbejdede Ecovent med produktionsmodning af deres aluminiumsbaserede varmeveksler. Der er i den forbindelse gjort en stor indsats for at sikre, at denne kan anvendes i et cirkulært ressource kredsløb, bl.a. via analyser om mulighederne fra firmaet "Vugge til Vugge", jf. statusrapporten fra januar 2016.

Situationen har dog efterfølgende været, at man nu i overvejende grad er gået over til en plastbaseret varmeveksler fra det hollandske firma "Recair". Dette har dog ikke ændret på ønsket om at kunne levere bygningsindpassede ventilationsenheder med varmegenvinding som samtidigt kan indgå i et cirkulært ressource kredsløb.

Det har i MUDP projektet været en fordel, at der er gennemført en samtidig udviklings indsats vedr. decentrale ventilationsløsninger i det Nordic Innovation støttede projekt Nordic Built Active Roofs and Facades. Her var der både et samarbejde med boligselskabet KAB ifm. renovering af Ellebo bebyggelsen i Ballerup, samt generelt med Københavns Ejendomme både rettet mod brug af solceller og decentral ventilation i skoler, en agenda der også har været i fokus ved udformningen af AktivHus testhuset Living in Light Box, som får en permanent plads ifm. områdeløft projekt for Kulbanevej området i Valby. Endelig er der også rapporteret resultater fra målingen fra 2016 på 23 byfornyelses lejligheder v.SBI/AAV

Situationen er her i november 2017, at der er gjort en stor indsats for at kunne levere modulbaserede ventilationssystemer, som har indbygget mulighed for at være nemme at skille ad igen.

Dette gælder både for arbejdet med boligbaserede decentrale ventilationsløsninger, hvor arbejdet med modulbaserede løsninger er fortsat, og hvor det har været muligt, at sætte den nye og meget innovative automatiske filterboks i produktion. Dette indgår i øjeblikket i en samlet ventilationsløsning, der er ved at blive testet af Teknologisk Institut i samarbejde med det svenske firma Lindab og deres afdeling i Farum med det formål, at levere en optimeret boligventilationsløsning til typehusfirmaet Lind & Risør.

Arbejdet med de modulbaserede ventilationsløsninger har også indgået i løbende udviklingsarbejde med modulære skoleventilationsløsninger bl.a. til Grøndalsvænge Skole og Lykkebo Skolen i København. Her videreudvikles i øjeblikket også på en optimeret løsning til Zahles Skole, som ligesom så mange andre skoler har fokus på at sikre et forbedret indeklima.

1. Resultater fra Arbejdspakke 1 og 2

I det følgende præsenteres information fra statusrapport fra 2016, der primært havde fokus på arbejdspakke 1 og 2, og som på det tidspunkt var fuldt ud gennemført.

1.1 Resume af resultater

Firmaet Ecovent har siden starten af 2015 været aktiv med udvikling af en ny og mere costefektiv fremstillingsmetode for ventilationsvarmevekslere. Samtidig har der været en dialog om, hvordan man bedst sikrer et cirkulært ressource kredsløb i den forbindelse.

Der har været en løbende dialog med materiale specialist firmaet "Vugge til Vugge" omkring de indgående materialer." Vugge til Vugge" har som underleverandør været i kontakt med deres amerikanske samarbejdspartner som har givet en respons på de anvendte materialer, og har foreslået hvad der skal til for at opnå en "cradle to cradle certificering". Det der foreligger for nuværende, er kun en indledende præskanning. Indsatsen er baseret på 2 forskellige varmeveksler typer, som Ecovent nu anvender. Dels den aluminium varmeveksler man hele tiden har benyttet og 2 tilhørende voksløsninger til forsegling, som kan fjernes ved opvarmning, når enheden er udtjent. (Den Braven Sealants, Zwaluw og Heruseal Sealer 303) og dels en plast varmeveksler, der er fremstillet i Holland i polystyrol. I begge tilfælde var det ideen at anvende en specialfremstillet kabinet løsning fra BEWI-Flamingo, som består af 2 halvskaller, der kan klikkes sammen omkring varmeveksler og 2 ventilatorer fra Ebm-papst samt filterløsning, som dels kan være et almindeligt panelfilter, der skal udskiftes en gang om året og dels kan være en ny patenteret automatisk filterløsning, som fremføres af en stepmotor efter behov, og hvor hele filterenheden kun behøver servicering hvert 5 – 10 år. (der findes også datablad for filter materialet, Micro 2000 EU5 – EU9). Og omkring den anvendte "plast" varmeveksler er der indsamlet følgende datablade:

- Polystyrol Escrimo Natur fra BASF
- H. B. Fuller, swiftbond 9026A
- Master Batch
- Kumbo ABS 750 inkl. TÜV testblad
- Test fra Hygiene – Institut des Ruhr gebiets, HY
- Fugemasse test, Bremen Institut

I projektperioden er der gennemført et omfattende arbejde med den nye filterløsning, og det ene af de filtermaterialer, der er arbejdet med, har i den forbindelse en mulighed for også at håndtere fine partikler f.eks. fra NOx, ned til PM 2,5.

Dette kan også anvendes med et elektrostatiske filter, hvor et trådgitter sikrer en positiv ladning, samtidig med at det bevægelige filter er negativt ladet, således at langt de fleste fine partikler samles op.

Ud over filterløsningen er der gennemført et omfattende arbejde med den produktionsvenlige kabinet løsning i en tykkelse på 21 cm, som er velegnet til bygningsindpasning, f.eks. i form af vinduesintegreret ventilation med varmegenvinding. Og der er sideordnet gennemføres en indsats for at sikre en optimeret styring af ventilationsenhederne på basis af en åben protokol, som er velegnet til en "cloud" baseret styring og overvågning. (se Figur 1)

<p>ECOLINK 2020 styring</p> 	<p>Som standard er betjeningspanelet placeret på enhedens front hvor brugerens indstillingsmuligheder kan defineres.</p> <p>I displayet vises blandt andet aktuelt luft flow, luftfugtighed, CO2 niveau hvis sensor er monteret. Derudover er der visning om enheden er i drift eller der er en alarm.</p> <p>Enhederne kan tilsluttes konverter HSB 20. Dermed kan enhederne tilgås fra centralt sted, hvor fjernbetjening og overvågning er mulig fra CTS anlæg, computer eller smartphone.</p> <p>ECOLINK 2020 kommunikerer som standard med Modbus CTS-anlæg som benytter denne kommunikationsform, og let tilsluttes til styringen.</p> <p>Ecovents styringer har åben Modbus kommunikation hvilket betyder at det både er muligt at overvåge enhederne via centralt placeret system/computer, og også muligt at indstille driften på samme vis som via betjeningspanelet</p>
--	--

Figur 1. Ecolink 2020 styring

I bilag er vedlagt nyt brochure materiale for disse løsninger (RT100 og RT300).

Der er desuden også gennemført udviklingsarbejde og optimering af den loftindpassede ventilationsenhed, svarende til den model, som igennem flere år er markedsført af firmaet Øland.

Og for både denne løsning og den vinduesintegrerede løsning, er der i projektperioden fremstillet prototyper, som vil blive testet af Teknologisk Institut i den kommende periode, hvor der også sammen med "Vugge til Vugge" vil blive taget stilling til hvordan, et cirkulært ressourcekredsløb for ventilationsenhederne bedst kan gennemføres i praksis.

Aktivitet a

Arbejdsplan 1 – Indledende undersøgelser (FUDV)

Der er gennemført analysearbejde og der har været en omfattende dialog angående materialer, som også har omfattet firmaet "Vugge til Vugge", der har brugt deres amerikanske samarbejdspartner til at gennemføre en præskanning vedr. mulighed for at opnå en egentlig "cradle to cradle certificering" af teknologien. Detaljeret information om dette fremgår af bilaget 1.5.

Konklusionen er her at en C2C certificering er mest overkommelig hvis "indmad" bestående af motor, ventilator motor og printkort kan betragtes som "External Managed Components", EMC der håndteres for sig, ved at man garanterer tilbagetagning og styring af materialerne, samt at der ikke sker afgasning af kemikalier under brug (inkl. dokumentation for dette), ligesom brugeren ikke kan komme i kontakt med disse.

Der arbejdes med 2 forskellige varmeveksler typer, dels den eksisterende aluminium varmeveksler og dels en plast baseret varmeveksler, som er mere kompakt og gør det nemmere at få plads til den nye innovative filterløsning.

Tilbage melding fra Vugge til Vugges amerikanske partner var positiv med henblik på muligheder for at dokumentere et cirkulært ressourcekredsløb. Detaljeret svar herfra er vist i bilag.

Aktivitet b

Arbejdspakke 2 – Udvikling af ny fremstillingsproces (UDV)

Der er gennemført et omfattende udviklingsarbejde vedr. fremstillingsprocessen, så man både tager højde for kravet om en billig fremstillingspris og ønsket om at sikre et cirkulært ressourcekredsløb. Der er fremstillet flere prototyper, som dels afprøves af Ecovent og også afprøves af Teknologisk Institut.

Pr. december 2015 er både Aktivitet a og b fuldt gennemført.

1.2 Samlet status på projektudvikling

Det blev konstateret, at der vedr. udviklingsarbejdet i projektet havde været en god fremdrift svarende til, hvad der er beskrevet i kontrakten med MUDP.

Samtidigt var det dog sådan, at det ikke ville være muligt at gennemføre hele arbejdsplanen 3 og 4 inden projektet var berammet til at slutte pr. 1. marts 2016.

Det var planen inden afslutningen af projektet at gennemføre en praktisk afprøvning i forbindelse med fremstilling af 50 enheder med den nye teknologi.

Tilbagemeldingen fra Ecovent var at arbejdet med værktøjsfremstilling, bl.a. til nye kabinet dele, har været meget mere tidskrævende end oprindeligt vurderet.

Planen var så at færdiggøre projektet til efteråret 2016, men heller ikke dette var muligt, primært fordi de forskellige måleindsatser tog længere tid end først påregnet.

Som det fremgår af afsnit 2 var dette heller ikke muligt og gruppen fik derfor en projektførelse til november 2017, som er grundlaget for nærværende rapport

1.3 Samlet status på forretningsmæssige aktiviteter

På det forretningsmæssige plan har der også været en interessant udvikling og stor interesse for det udviklede koncept, fordi det både kan fremstilles til en konkurrencedygtig pris og udgør en bæredygtig teknologi til byggeriet.

Det skal i den forbindelse fremhæves at hovedparten af det udviklingsmæssige arbejde er sket i den eksportorienterede del af Ecovent, som hedder Ecovent International.

Desuden kan det fremhæves, at der har været et møde med MT Højgaard entreprenørfirmaet om muligheden for at fremstille samlede facadeelementer, hvor den nye teknologi indgår både rettet mod nybyggeri og renovering. Nybyggeri ville være mest oplagt i dialog med datterselskabet Scandibyg, og inden for renovering af boligbyggeri havde MTH flere velegnede projekter, bl.a. Aabyhøjparken i Jylland.

Der har også været en dialog med boligselskabet KAB i relation til renovering af Ellebo byggeriet i Ballerup, hvor der både er interesse for den nye filterløsning og samspil med performance dokumentation for bl.a. indetemperatur, CO₂ niveau og fugt på en online platform.

Endelig har der sammen med Kuben Management været et indledende møde med byfornyelsessekretariatet i Københavns Kommune, hvor det blev aftalt, at lave en praktisk afprøvning af

vinduesintegreret ventilation med varmegenvinding i foråret 2016. (i Ndr. Frihavnsgade 50 – A. C. Drewsensvej 14)

Desuden har der været en dialog med firmaet Lindab vedr. den nye teknologi, og det blev aftalt at få realiseret en praktisk anvendelse og test i et Lind & Risør typehus.

Med i bilag er også måle rapport fra 23 lejligheder med både decentrale ventilation enheder og centrale ventilation enheder gennemført af SBI/AAU. Hovedresultater er vist i **Tabel 1**.

Hovedresultater fra afprøvning af 4 forskellige bolig ventilationsanlæg ifm. byfornyelse af ejendommen G.L. Jernbarnevej 51/ Værnedamsvej 18-20 i samarbejder med SBI/AAU og Københavns kommune. (1)

Tabel 1. Evaluering af renoverede lejligheder efter indflytning, SBI/AAU 2016

System	Målt EL forbrug/ SEL-værdi W/(m ³ /s)	Luft skifte ACH	Bemærkninger
<u>System 1</u> Decentralt aggregat Øland AHU-250-M-EC med faste metalkanaler til 5 lejligheder.	1.4	0.45	Flest skuffende mht. temperaturer.
<u>System 2</u> Decentralt aggregat Øland AHU-250-M-EC med Lean Vent spjæld og fleksible kanaler i 4 lejligheder.	2.4	0.6	-50% tilfredse mht. temperaturer - her er det laveste varme-forbrug
<u>System 3</u> Centralt aggregat på loft, Ecovent L2000, Lean Vent spjæld og fleksible kanaler i 4 lejligheder	2.11	0.55	- 25 % tilfredse med temperaturer. - her er det højeste varme-forbrug
<u>System 4</u> Centralt aggregat på loft, Ecovent L2000, Lean Vent spjæld og faste metal kanaler i 10 lejligheder.	1.67	0.5	63% tilfredse med temperaturer
<u>Generelt</u>	*		-40-48% RF, 600ppm CO ₂ -21-24°C System 2-3: 0,34 l/sek/m ² System 1: kun 0,27 l/sek/m ²

* Det forholdsvis høje el/årlig vurderes primært at stamme for de meget længe kanal træk i den 5 etage bygning.

(1) Alireza Afshari, Niels C. Bergsøe og Ashan Iqbal.

Evaluering af renoverede lejligheder efter indflytning, SBI/AAU, 2016.

2. Resultater fra arbejdspakke 3 og 4

2.1 Gennemførte afprøvninger

MUDP projektet har som nævnt i den første statusrapport fra januar 2016 fået gennemført arbejdspakke 1 og 2 svarende til arbejdsplanen.

Hensigten var, at der efterfølgende skulle ske en praktisk afprøvning af teknologien i en række demonstrationsanlæg i forbindelse med arbejdspakke 3.

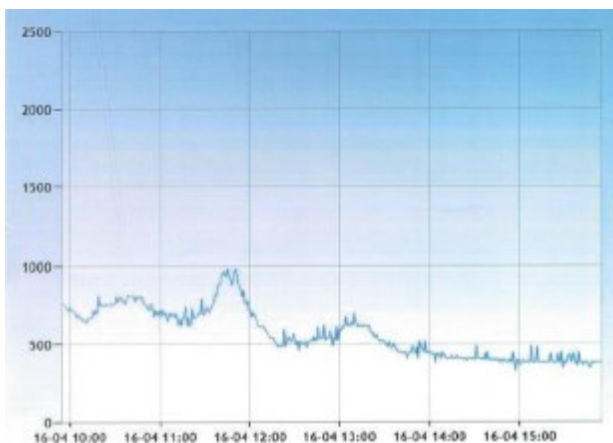
Der er i forbindelse med arbejdspakke 3, som har fokus på afprøvning af teknologien i egentlige byggeprojekter, sket en stor indsats med praktisk afprøvning først på Grøndalsvænge skole i Kbh NV og siden på Lykkebo skolen i Valby, hvor også DTU har bidraget til måleindsatsen. Både rapporter herom fra DTU og Cenergia er vedlagt i bilag.

Der er desuden gennemført praktisk afprøvning på Teknologisk Institut, hvor rapport også er vedlagt i bilag. Der er her tale om en skabsmodel, der udnytter plastbaserede varmevekslere fra Recair. Resultater her, både vedr. genvindingsgrad, tæthed og elforbrug, er meget fine, og der er nu forberedt på en supplerende afprøvning i praksis i Energy Flexhouse på Teknologisk Institut, hvor den nye type automatiske filterboks vil indgå inkl. brug af elektrostatisk filter, som kan hjælpe med at fjerne helt små partikler. Det fremhæves fra Ecovent International, at også dette produkt, Eco500, er konstrueret så de interne komponenter som varmeveksler, filter og ventilator moduler er opbygget som plug and play. Det betyder, at enheden er let at adskille og sortere efter materialetyper.

Også den vinduesintegrerede ventilationsenhed RT100 vil blive testet på Teknologisk Institut. Her vil den automatiske filterboks blive udnyttet som en separat enhed, der skæres ind på luftkanalen. Også den vinduesintegrerede ventilationsenhed RT300 er ligeledes konstrueret, så de interne komponenter er modulopbygget og derfor nemme at isætte og udtage.



Figur 2. Prøveklasserum Grøndalsvænge Skole



Figur 3. Begrænsning af CO2 til under 1.000 ppm i klasserum dokumenteret på Grøndalsvænge skole. Online måleplatform hertil er udført af firmaet Aros Teknik.



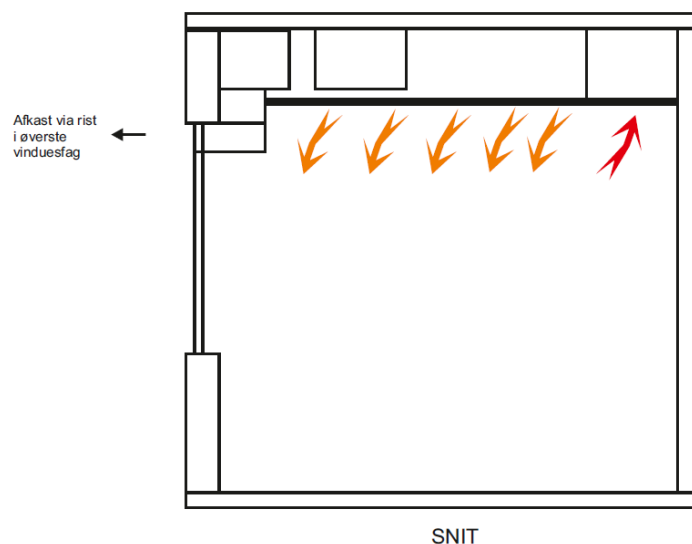
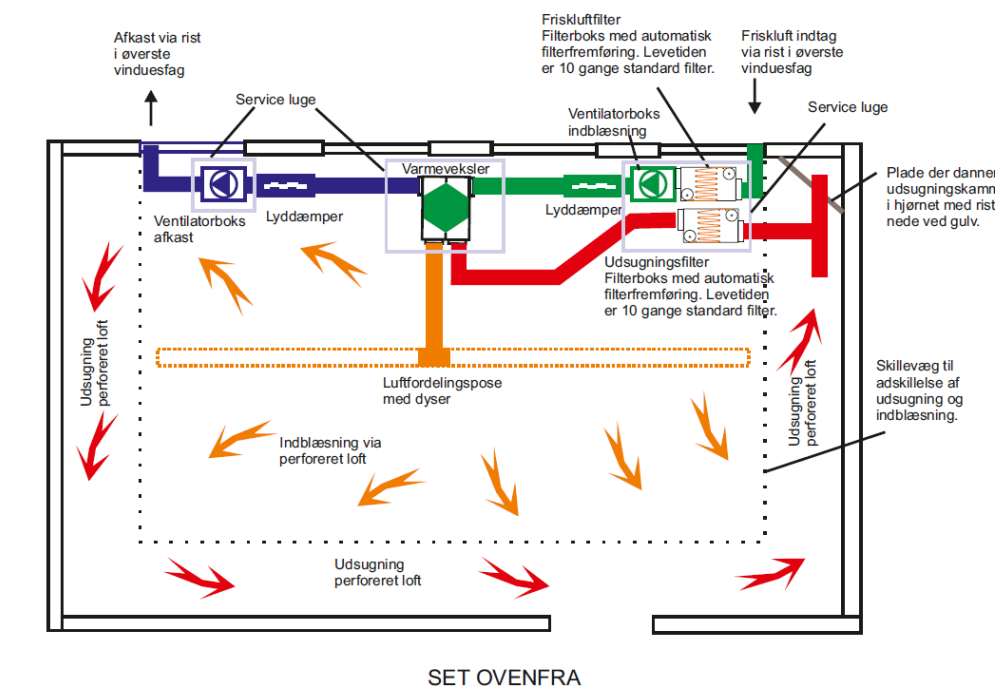
Figur 4. Forsøgsopbygning til prøveklasserum på Lykkebo Skolen i Valby (se prøverapporter i bilag)

I nedenstående skema er vist tilbagemelding fra Ecovent om status for ventilationsteknologien, der betyder at de interne komponenter som varmeveksler, filter og ventilator moduler er opbygget som plug and play. Det betyder, at enheden er let at adskille og sortere efter materiale typer. I dette tilfælde tages udgangspunkt i tyndpladekabinetet.

	Komponent	Materiale	Beskrivelse
1.	Varmeveksler	Polystyren plast testet for evne til at undgå skimmel-svamp angreb som der fremgår af bilag.	Kan udtages uden brug af værktøj
2.	Kabinet	Stål, tyndplade	Er udformet som bakker, hvori isolering skydes ind i
3.	Isolering	Mineraluld eller skumisolering	Kan nemt trækkes ud af stålbakke for adskillelse og genbrug
4.	Lyddæmpning	Gipsplade	Kan nemt trækkes ud af stålbakke for adskillelse og genbrug
5.	Filter	Se beskrivelse i bilag	Hele drivsystemet med rækker og rammer kan byttes ud. Kun filtermateriale bortskaffes. Der indgår 29 m filtermateriale i en rulle og 3 m er aktivt som posefilter. Dette betyder at op til 10 års drift er muligt.

Skal der i fremtiden sættes på et cirkulært ressourcekredsløb for ventilationsløsninger til boliger og skoler, er der udover selve ventilationsenheden også meget brug for at se på den samlede ventilationsløsning.

Her er der også brug for modulære løsninger, der nemt kan adskilles og genbruges. Dette gælder ikke mindst kanalsystemerne, som man også kan arbejde på at minimere mest muligt jf. vedlagte systemforslag.



Alternativt rumbaseret og modulært bolig- og skoleventilation system næsten uden luftkanaler og uden træk samt med indbygget automatisk filterskift.

Figur 5. Ventilationsenhed har automatisk filterskift og mulighed for total adskillelse, når den er udtjent.

Det fremhæves generelt, at man baserer sin strategi på decentrale modulære ventilationsløsninger med så lidt kanalgenneføring som muligt, og som i princippet nemt kan udføres af almindelige håndværkere.

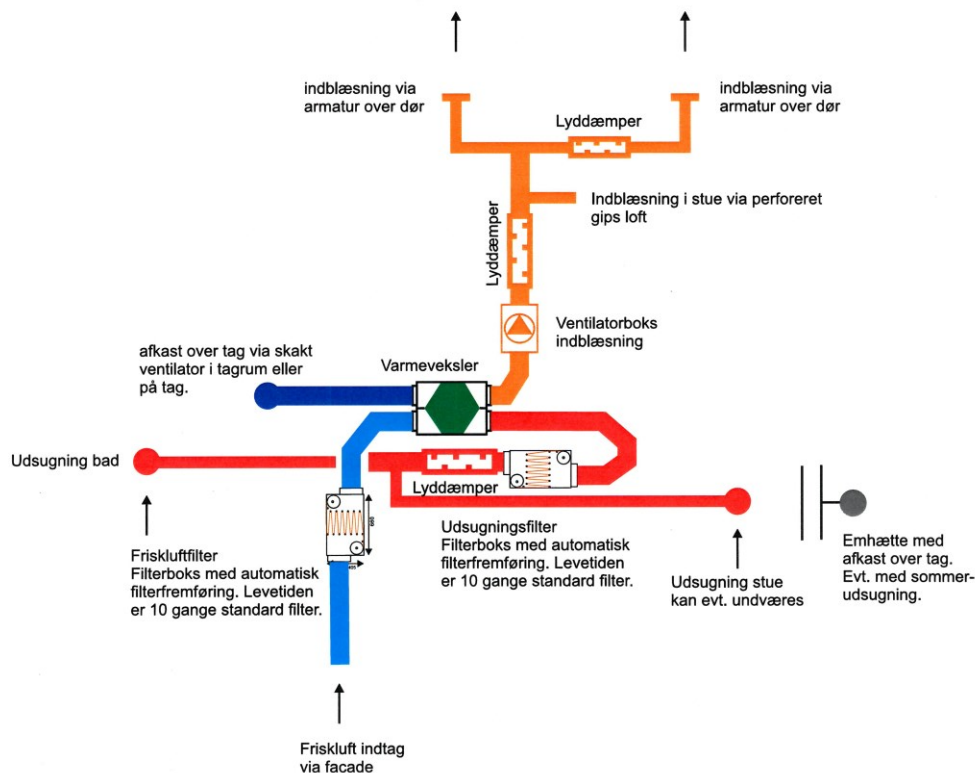
2.2 Udestående aktiviteter

Når vi ser på de øvrige praktiske testanlæg, så er det kun det CO₂ neutrale AktivHus testhus "Living in Light Box", som det er lykkedes at realisere med den nye decentrale ventilationsteknologi i praksis i løbet af 2017. Test heraf planlægges genoptaget når huset er endeligt klar på sin nye placering på Kulbånevej i Valby, hvor huset indgår i lokalt områdeløft projekt.

Den planlagte byfornyelse på Nordre Frihavnsgade er blevet forsinket, fordi der som noget nyt også skal etableres taglejligheder. Og byfornyelsessagen på Gl. Jernbanevej i Valby er også forsinket, så den først gennemføres fra foråret 2018. Vedlagt er tegning med forskellige løsningsforslag til dette renoveringsprojekt.

Alternative forslag til bygningsindpasset ventilationsløsning med varmegenvinding til byfornyelsesprojekt på Gl. Jernbanevej i Valby.

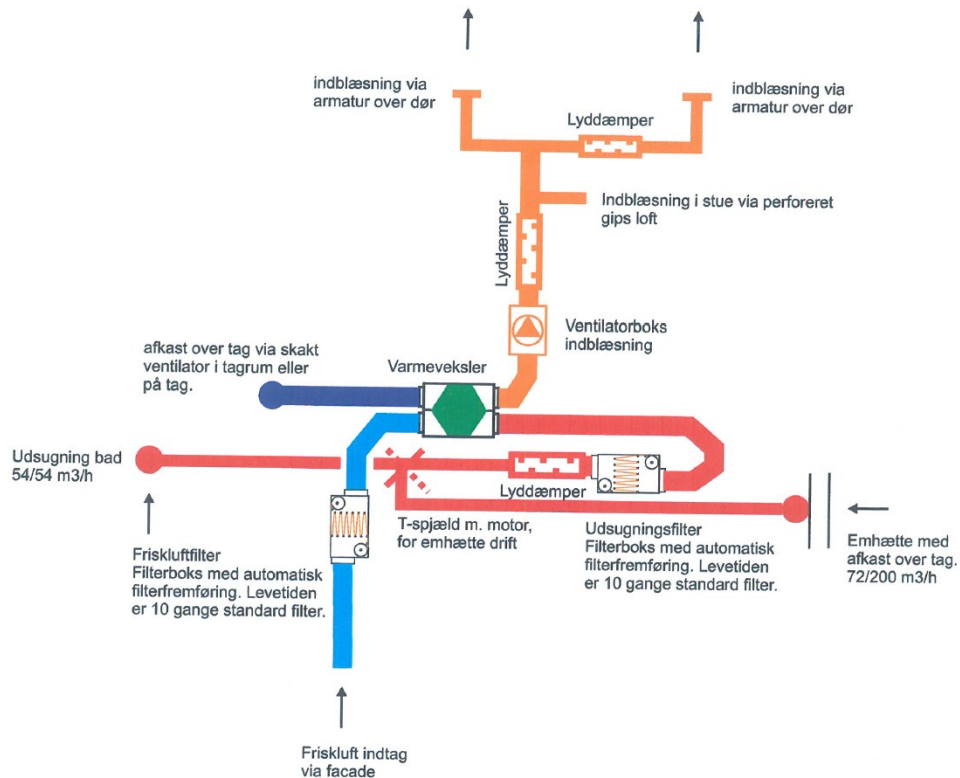
a) Løsning med separat emhætte funktion



Figur 6. Ventilationsløsning med separat emhætte funktion

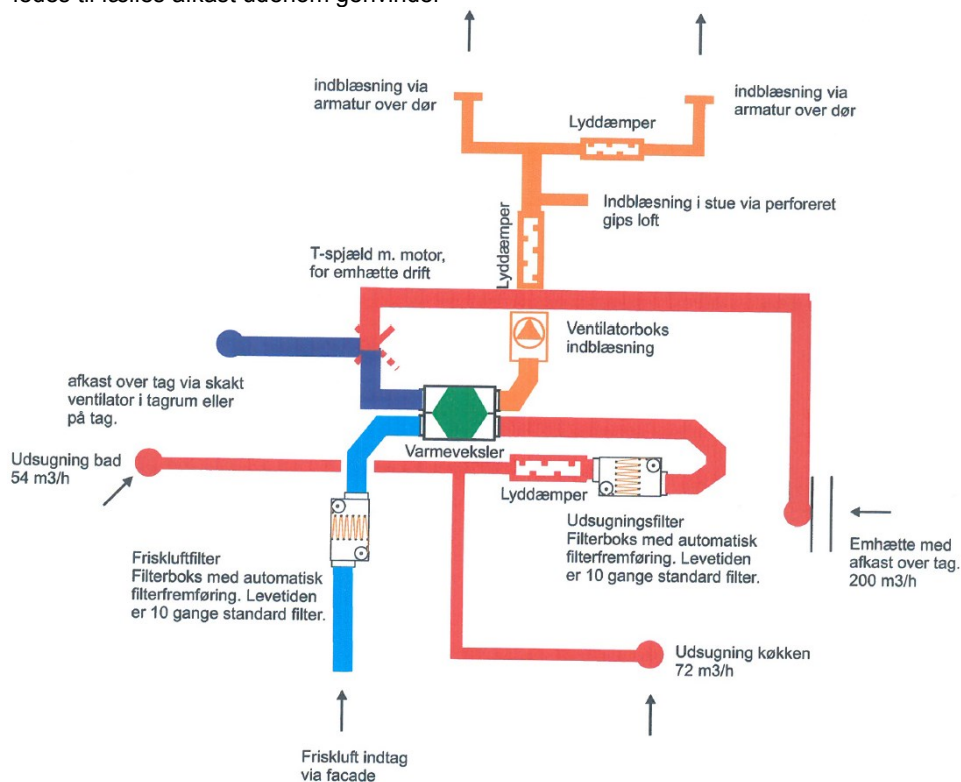
b) Løsninger med emhætte tilsluttet afkast ventilation

b.1) Emfang er tilsluttet så luften passerer igennem genvinder. I normal drift fungerer emfanget som udsugning med en luftmængde på 72 m³/h og 54 m³/h fra bad. Når emfanget er aktivt suges der stadig 54 m³/h fra bad og suget i emfang øges fra 72 til 200 m³/h. I andre systemer øges det kun til 144 m³/h hvilket beboerne ikke er tilfredse med. Årsagen hertil er at vores emfang ikke har indbygget spjæld, men at spjæld sidder på kanal hvor med fordelingen kan styres.



Figur 7. Ventilationsløsning med emfang tilsluttet så luften passerer igennem genvinder.

b.2) Med denne løsning suges der kun fra emfang når denne er i drift. Luften fra emfang ledes til fælles afkast udenom genvinder



Figur 8. Ventilationsløsning, hvor der kun suges fra emfang når denne er i drift.

Når det drejer sig om det praktiske testarbejde, så er der primært sket en indsats fra SBI/AAU samt Teknologisk Institut.

Der var ellers, som nævnt i projekt kontrakten, lavet en aftale med VIA-UC fra Horsens om at stå for dette, men da den involverede nøglemedarbejder pludselig skiftede job i starten af 2016 faldt denne mulighed væk. En mindre udgift til dem er dog afholdt, ligesom der har været en betydelig indsats mht. at koordinere tingene fra Cenergia, som også har trukket på SBI/AAU dog stadigvæk gennemført indenfor den budgetterede økonomi.

2.3 Kommunikation af projektets resultater

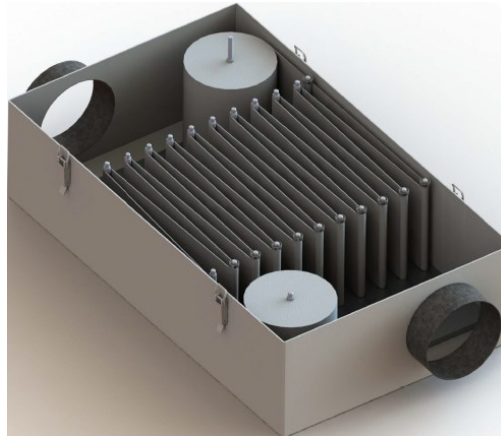
I bilaget er medtaget artikel fra Kuben Management vedr. ventilation, som i høj grad bygger på samarbejdet med Cenergia, SBI og Ecovent International. Denne indgik i Energi Forum Danmarks konference i Nyborg i marts 2017. Link til bilaget findes sidst i Bilags Listen.

Der er også medtaget diverse brochure materiale vedr. teknologien, der er arbejdet med.

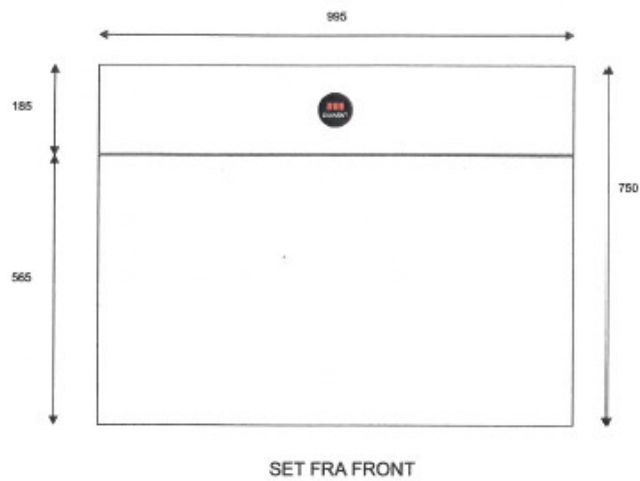
Ligesom der er gengivet eller via link medtaget detaljerede målerapporter både fra Teknologisk Institut, DTU og Cenergia.

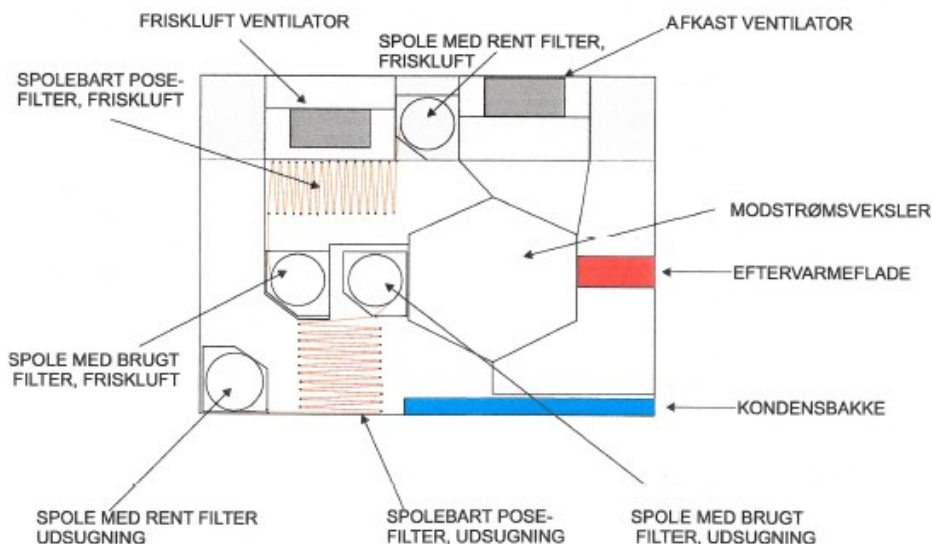
Når målearbejdet vedr. "Living in Light Box" samt Energy Flex House er færdigt, vil disse kunne tilgås via samme link.

Dette er også planlagt for en kombineret BIPV og ventilationsløsning, der er ved at blive bygget op på Teknologisk Instituts BIPV Demosite, når måleresultater herfra foreligger



Figur 9. Nyudviklet automatisk filterløsning. Kan fungere 5-10 år uden driftsmæssige indgreb. Mulighed for kombination med elektrostatiske filter for fjernelse af helt små partikler.





Figur 10. Tegning af bygningsintegreret ventilationsenhed med varmegenvinding, som også indeholder automatisk filterløsning til både friskluft og brugt luft. Prototypeløsning testet ifm. Living in Light Box Aktivhus testhus.

2.4 Sammenfatning og konklusioner

Overordnet set er der leveret rigtig mange resultater ifm ” Cirkulært ressourcekredsløb for bygningsindpasset ventilationsenhed med varmegenvinding ” som er titlen på det gemenførte MUDP projekt, dog først efter forlængelse af kontrakten helt frem til november 2017.

Firmaet Ecovent har i den forløbne periode gennemført en betydelig produkt modning af deres teknologi og hele tiden med den overordnede målsætning at teknologien skal kunne indgå i et cirkulært ressourcekredsløb.

Der præsenteres i den afsluttende rapport resultater fra test af ventilationsteknologien både til boligventilation og til skole ventilation.

Og på trods af at hovedfokus fra starten var på hvordan man kunne arbejder med selve ventilationsaggregatet er der udarbejdet en række nye løsninger til at opnå en større grad af bygnings indpasning af ventilationsløsninger med det formål at undgå de normalt meget lange kanalføringer, som både forringer indeklimaet og gives et højt elforbrug.

Et afgørende element i denne forbindelse er udviklet i projekt perioden. Der er den patenterede automatiske filterboks, om betyder at man kan undgå filter skift i en flerårig periode. Især i meget forurenede områder som f.eks. det centrale København kan denne løsning have stor betydning, ligesom den i højere grad muliggør anvendelse af decentrale ventilationsløsninger.

Det fremgår af slutrapporten at omfanget af måleresultater for egentligt bygning indpassede ventilationsanlæg er mere begramset end det var håbet ved. projekt starten.

Hovegrunden til dette bedømmes at være at det generelt er vanskeligt at lave ventilation løsninger på en ny måde. Med nogle af de initiativer der er sat i søen satses dog på indenfor overskuelig tid at få demonstreret og testet løsninger i fuld skala både til bolig ventilation og til skole ventilation.

Det skal afslutningsvist fremhæves fra projekt gruppen at det har været at stor værdi at arbejde med det gennemførte MUDP projekt og at det under alle omstændigheder har haft betydning for en stærk fokus på forsat arbejde med de forhold der skal til for at sikre et cirkulær ressourcekredsløb i praksis.

Bilag 1. MUDP projektet ”Cirkulært ressourcekredsløb for bygningsintegreret ventilationsenhed med varmegenvinding” J.nr. MST-141-01044

- Bilag 1.1** Produktdata Ecovent RT100
- Bilag 1.2** Produktdata Ecovent RT300
- Bilag 1.3** Kuben Management v. Jakob Klint: Notat om ventilation
- Bilag 1.4** Cenergia v. Peder Vejsig Pedersen: Forsøg med decentrale bygningsindpassede ventilationsløsninger med varmegenvinding
- Bilag 1.5** Vugge til Vugge v. Anette Hastrup: Oplysning om indledende undersøgelse
- Bilag 1.6** Kuben Management v. Jakob Klint og Peder Vejsig Pedersen: “Living in Light Box” brochure
- Bilag 1.7** Vinduesintegreret ventilationsenhed samt nyt automatisk filterboks modul.
- Bilag 1.8** Lykkebo skole. Et decentralt og bygningsindpasset ventilationsdemonstrationsprojekt. Midtvejsevaluering
- Bilag 1.9** Teknologisk Institut. Energitest af Ecovent RVU
- Bilag 1.10** Ecovent Unifilter. Produktdata
- Bilag 1.11** A: Recair Sensitive RS160 brochure / B: Hygiene-Institut des Ruhrgebiets. Test rapport vedr. RS160
- Bilag 1.12** Installator.dk: “Det er tid til et opgør med dårligt indeklima”
- Bilag 1.13** Inspektion af skoleventilation
- Bilag 1.14** Bygningsindpassede ventilationsløsninger
- Bilag 1.15** Eksempel på meget vellykket afprøvning af boligventilationsløsning i boligblok 12 i Gyldenrisparken på Amager.
- Bilag 1.16** Ecovent Remote Ventilation Control Systems (målinger)

Link til Bilag:

<https://www.dropbox.com/sh/53q2v1ft3qxImp/AAC5R11CV534cKzKaPlcf9vra?dl=0>

Cirkulært ressourcekredsløb for bygningsintegreret ventilationsenhed med varmegenvinding

Cenergia og Ecovent har arbejdet for at kombinere ideerne med at få udviklet bedre ventilationsløsninger ved at fokusere på bygningsindpasning og forbedret styring og drift, samtidig med at der sættes på et cirkulært ressourcekredsløb.

Der er i projektet arbejdet med at sikre levering af bygningsindpassede ventilationsenheder med varmegenvinding, som samtidigt kan indgå i et cirkulært ressourcekredsløb.

Det har i projektet været en fordel, at der er gennemført en samtidig udviklingsindsats vedr. decentrale ventilationsløsninger i det Nordic Innovation støttede projekt Nordic Built Active

Roofs and Facades. Situationen er i november 2017, at der er gjort en stor indsats for at kunne levere modulbaserede ventilationssystemer, som har indbygget mulighed for at være nemme at skille ad igen. Dette gælder både for arbejdet med boligbaserede decentrale ventilationsløsninger, hvor arbejdet med modulbaserede løsninger er fortsat, og hvor det har været muligt, at sætte den nye og meget innovative automatiske filterboks i produktion. Dette indgår i øjeblikket i en samlet ventilationsløsning, der er ved at blive testet af Teknologisk Institut i samarbejde med det svenske firma Lindab og deres afdeling i Farum med det formål, at levere en optimeret boligventilationsløsning til typehusfirmaet Lind & Risør. Arbejdet med de modulbaserede ventilationsløsninger har også indgået i løbende udviklingsarbejde med moduleære skoleventilationsløsninger bl.a. til Grøndalsvænge Skole og Lykkebo Skolen i København. Her videreudvikles i øjeblikket også på en optimeret løsning til Zahles Skole, som ligesom så mange andre skoler har fokus på at sikre et forbedret indeklima.



Miljøstyrelsen
Haraldsgade 53
2100 København Ø

www.mst.dk