



Energieffektiv ventilation til eksisterende etagebyggeri

EUDP 64010-0075 - Hovedrapport



**TEKNOLOGISK
INSTITUT**



**TEKNOLOGISK
INSTITUT**

Energieffektiv ventilation til eksisterende etagebyggeri

EUDP 64010-0075 - Hovedrapport



Udarbejdet af:

Teknologisk Institut
Gregersensvej 1
2630 Taastrup
Energi og Klima

December 2019



Forord

Dette projekt er gennemført med støtte fra Energistyrelsen under EUDP-programmet. Projektet er søgt under EUDP-10-I og har journalnummer 64010-0075.

Projektet er gennemført i et samarbejde mellem:

- Nilan A/S
- Øland A/S
- E-AT (tidligere NAT A/S)
- JS Ventilation A/S (erstattet GK Ventilationsgruppen A/S)
- KAB
- Teknologisk Institut (projektleder)

Rapporteringen består af denne hovedrapport, som kort beskriver de opnåede resultater samt 4 omfattende bilagsrapporter med tekniske beskrivelser, test, målinger, dokumentation m.m. Teknologisk Institut vil gerne takke projektholdet for en solid indsats gennem hele projektperioden.

Christian Drivsholm
Seniorspecialist, projektleder

Christian Grønberg Nicolaisen
Senioringeniør, sektionsleder

Teknologisk Institut
December 2019





Indholdsfortegnelse

| | | |
|--------|--|----|
| 1.1. | Projektets detaljer | 5 |
| 1.2. | Short description of project objective and results (UK and DK)..... | 5 |
| 1.3. | Executive summary..... | 6 |
| 1.4. | Projektets formål..... | 7 |
| 1.5. | Projektresultater og formidling af resultater | 9 |
| 1.5.1. | Kortlægning af byggeskik, årstal og mulige fremføringsvej samt barriere..... | 11 |
| 1.5.2. | Udviklet systemløsninger | 13 |
| 1.5.3. | Udviklede løsninger - vejledninger..... | 15 |
| 1.5.4. | Udviklede løsninger - produkter..... | 16 |
| 1.5.5. | Demonstration | 24 |
| 1.5.6. | Formidling..... | 28 |
| 1.5.7. | Referencer | 29 |
| 1.6. | Udnyttelse af projektresultater | 30 |
| 1.7. | Projektets konklusion og perspektivering | 32 |
| 1.8. | Bilag..... | 34 |



1.1. Projektets detaljer

| | |
|---|---|
| Project title | Energieffektiv ventilation til eksisterende etagebyggeri |
| Project identification (program abbrev. and file) | EUDP-10-I, journalnummer 64010-0075. |
| Name of the programme which has funded the project | EUDP |
| Project managing company/institution (name and address) | Teknologisk Institut, Gregersensvej, 2630 Taastrup |
| Project partners | <ul style="list-style-type: none">• Nilan A/S• Øland A/S• E-TA (tidligere NAT A/S)• GK Ventilationsgruppen A/S (senere udskiftet med JS)• JS Ventilation A/S• KAB• Teknologisk Institut |
| CVR (central business register) | 5697 6116 |
| Date for submission | 24.02.2010 (EUDP I) |

1.2. Short description of project objective and results (UK and DK)

The project has developed and demonstrated centralized and decentralized, energy-efficient ventilation solutions with heat recovery, replacing control extraction and natural ventilation in existing apartment buildings. The solutions will reduce the energy consumption for ventilation by 50-75%.

In connection with the developed products, design guidelines have been developed which, like the other results, have been disseminated to the ventilation industry, advisers, contractors and building owners.

The solutions ensure energy savings, better thermal indoor climate and air quality, and minimization of moisture and mold.

Projektet har udviklet og demonstreret en række fleksible, energieffektive ventilationsløsninger med varmegenvinding, der erstatter kontroludsug og naturlig ventilation i eksisterende etagebyggeri. Løsningerne respekterer bygnings arkitektur, er særdeles kompakte og optager minimalt plads ved brug af eksisterende føringsveje herunder coatet skorstene og aftræk. Løsningerne vil kunne reducere energiforbruget til ventilation med 50-75%.

Løsningerne er demonstreret i et eksisterende etagebyggeri som omfatter 180 lejligheder, hvor eksisterende føringsveje er blevet anvendt. Demonstrationen har både involveret central og decentral ventilation.

I tilknytning til de udviklede produkter er udarbejdet projekteringsvejledninger, der som projektets øvrige resultater er formidlet bredt til ventilationsbranchen, rådgivere, udførende og bygherrer.

De udviklede løsninger sikrer energibesparelser, bedre termisk indeklima, bedre luftkvalitet samt minimering af fugt og skimmelsvamp.



1.3. Executive summary

Ventilation in older building typically includes natural ventilation, and in newer building mechanical ventilation. None of the former solutions are with heat recovery.

The energy consumption for ventilation therefore typically amounts to approx. 35% of the total heat consumption (including hot water) in the existing housing build before 1979.

The project "Effective ventilation for existing apartment blocks" has developed and improved ventilation solutions with heat recovery for renovation of apartment blocks, with a focus on:

- Lower energy costs for ventilation
- Improved thermal indoor climate and air quality
- Reduced risk of mold
- Demand control of the ventilation

The project has:

- Developed and demonstrated systems and components for energy efficient ventilation with heat recovery targeting apartment blocks
- Contributed to the marketing of the solutions
- Influenced the general view on ventilation by getting building owners and tenants to understand the importance of energy efficient ventilation, and how this can be established without main efforts and at a low cost.
- Expanded decision makers and municipalities' knowledge of legal requirements and practical solutions for ventilation with heat recovery.

Specifically, the project has developed new solutions, systems and products that have been put into production and are available at the market, and which have already had a significant impact on the industry during the project period.

Further design guidelines and publications have been developed and a large number of dissemination initiatives have been held with consultants, contractors and builders based on the project. Likewise a new 2 day course for establishing ventilation with heat recovery in existing apartment building has been developed. Add to this the commercial marketing activities, carried out by the participating companies.

A crucial part of the project has been the demonstration of the solutions in Blåmejssegården, an apartment block from 1928/29.

The project has used a multidisciplinary approach when demonstrating the developed solutions. Successful establishment of ventilation in existing homes requires not only technical solutions but also user involvement to ensure proper use. The project has therefore included an anthropological effort.



1.4. Projektets formål

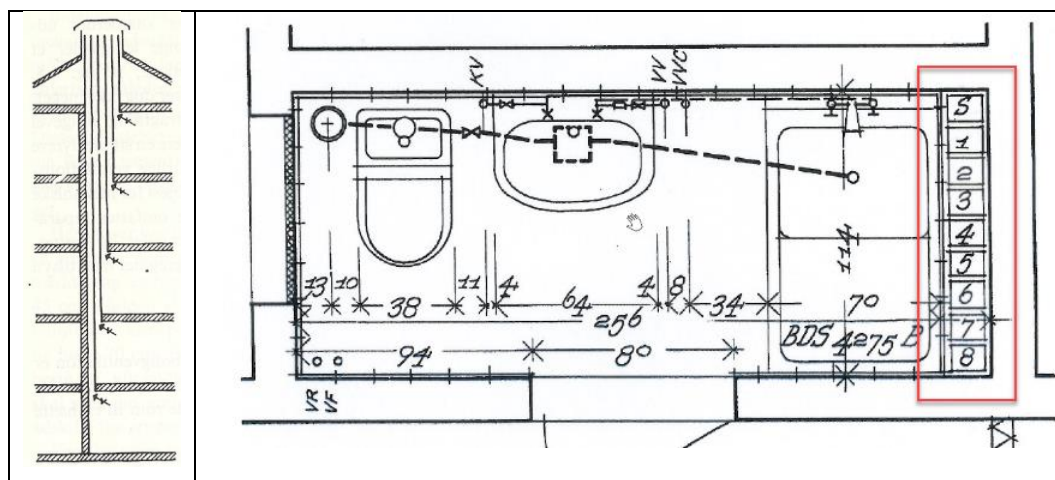
Baggrund og formål

Ventilation i ældre etageboligbyggerier er typisk udført som naturlig ventilation og i nyere etagebyggerier med mekanisk kontroludsug. Ved naturlig ventilation tilføres frisk luft via udluftning, og gennem riste og utætheder i klimaskærmen i lejlighedens opholdsrum. Luften suges derpå ud gennem lodrette aftrækskanaler i lejlighedens køkken og bad. Drivtrykket for naturlig ventilation er den termiske opdrift i aftrækskanalerne og vindtryk eller -sug omkring bygningen. Mekanisk kontroludsug indebærer at luften ved hjælp af et envejsventilationsanlæg suges ud af køkken og bad, men ofte uden mulighed for styring.

Ingen af løsningerne er med varmegenvinding, hvor den varme, brugte rumluft bruges til at opvarme den kolde friskluft og dermed genanvende varmen. Der er derfor et stort energitab.

Energiforbruget til ventilation uden varmegenvinding udgør typisk ca. 35% af det totale varmeforbrug (inkl. varmt vand) i den eksisterende etageboligmasse.

Varmeforbruget i etagebyggeri opført efter 1979 udgør omkring 18% af varmeforbruget til ventilation. Dette skyldes de strammede krav i BR77. Dermed er besparelsespotentialet beskedent. Med BR10 kom krav til varmegenvinding på ventilationsanlæg til etagebyggeri, hvilket reducerede besparelsespotentialet yderligere i det nyere byggeri.



Eksempel på eksisterende naturligt aftræk

Der er stort potentiale for forbedringer af ventilationen i den ældre bygningsmasse, men også tilhørende udfordringer. Udviklingen der skal sikre forbedret energieffektiv ventilation i eksisterende etagebyggerier har været beskeden, og har primært haft fokus på mindre, rent tekniske forbedringer. For kontroludsug, er den mindre effektive F-hjulsventilator eksempelvis udskiftet med det mere effektive B-hjul med tilhørende integreret frekvensstyring.

Et problem med tilførsel af udeluft gennem riste er den kolde luft, der strømmer direkte ind i lejligheden. Det er næsten umuligt at undgå trækgener om vinteren, hvor gennemsnitstemperaturen ligger på omkring 4 grader C (årgennemsnittet er ca. 8 grader C). Der har ikke været udviklet renoveringsløsninger, hvor varmegenvinding kan kombineres med trækfri indblæsning, og som opfylder brandkrav og krav til omkostningseffektivitet.



I byggerier frem til medio 1970 er aftrækskanaler typisk udført med et lysningsareal på 100-150 cm², som separate kanaler af beton med mindst 2,5 cm godstykkelse eller udført som fælles eller separate asbestcementkanaler med en godstykkelse på mindst 6 mm. Det var afgørende for projektet at afklare om disse eksisterende føringsveje kan anvendes til at optimere ventilation. Formålet med projektet "Effektiv ventilation til eksisterende etagebyggeri" har derfor været at forbedre state-of-the-art for ventilation med varmegenvinding til renovering af etagebyggeri på følgende vigtige punkter:

- Minimalt optage af plads og respekt for bygningens arkitektur
- Lavere energjudgifter til ventilation
- Tilhørende forbedret termisk indeklime og luftkvalitet
- Reduceret risiko for skimmel, råd, svamp

Dette er gjort dels ved at udvikle nye systemer og løsninger, dels ved at demonstrere disse i fuld skala i et eksisterende etagebyggeri.

Projektets gennemførelse

Overordnet var projektet inddelt i fire arbejdsplaner:

Først en indledende analyse af fem systemløsninger efterfulgt af etablering og dokumentation i demonstrationsejendommen. Derefter udvikling af dimensioneringsværktøj målrettet ingeniører, arkitekter og energikonsulenter. Afslutningsvis formidling af resultaterne. Selvom projektets parter udviklede løsningerne i overensstemmelse med de definerede milepæle, blev projektets tidsplan udfordret af byggeprocessen i den udvalgte demonstrationsejendom.

Projektgruppen ønskede en meget stor, samlet demonstrationsejendom, hvor der fra ejernes side var interesse for at systemerne efterfølgende kunne følges løbende samt besøges af andre. Exhausto stillede ejendommen Blåmejssegården til rådighed, som stod overfor en omfattende renoveringsproces af taget. Det var planen at koordinere denne renovering med projektets aktiviteter, men Blåmejssegårdens rådgiver havde problemer med at levere og at overholde tidsfrister, hvilket forsinkede projektet. Udfordringerne endte i en retssag, som yderligere skabte forsinkelse. Først efter retssagen var afsluttet kunne projekteringen fortsætte og Blåmejssegården indgik aftale med en ny rådgiver.

På dette stadie var projektets installation af løsninger afhængig af koordinering i forhold til blandt andet:

- Nye skorstens-atrappiber til afkast
- Nye afdækninger på alle skorstene
- Fundamenter til nye central AHU's ift. efterisolering af loftsrums i etagedæk og gangbroer.
- Rydning af eksisterende loft til nye centrale aggregater samt lejlighedsudvidelser
- Kanalføring i nye taglejlighedsudvidelser som føres til underliggende lejlighed
- El + centralvarme til nye central AHU's.
- Koordinering af stillads mht. anbringelse af nye friskluftsindtag.
- Nedsænkning af centrale anlæg når taget er åbent.
- Nedtagning af eksisterende ventilation
- Overordnet koordinering af tidsplan

På trods af udfordringerne er projektet gennemført og generelt er alle milepæle opfyldt.



1.5. Projektresultater og formidling af resultater

Projektet har opnåede det ønskede;

1. At udvikle og demonstrere systemer og komponenter, der muliggør installation af energieffektiv ventilation med varmegenvinding i eksisterende etageejendomme
2. At få disse løsninger ud på markedet
3. At påvirke det almene syn på ventilation ved at få bygningsejer, lejere og foreninger til at se vigtigheden af energieffektiv ventilation og at dette kan opnås uden gener og med lave omkostninger. At øge efterspørgslen på disse løsninger som dermed kan blive prioriteret i lige så høj grad som andre og mindre rentable energieffektiviseringer så som vinduesudskiftning.
4. At få kommuner til at have større kendskab til lovkrav på området og hvordan disse efterleves i praksis.
5. At få tilrettet den nuværende lovgivning så den også afspejler udfordringerne med installation i eksisterende etageboligbyggeri

Konkret er der i projektet udviklet nye værktøjer, systemer og produkter, som er sat i produktion, publiceret og allerede har haft stor indflydelse på branchen. Følgende er et overblik over projektets hovedaktiviteter og de opnåede resultater:

- Udviklet nye systemer som udnytter og tætnet de eksisterende føringsveje i ejendommen med respekt for både den indvendige og udvendige arkitektur, som ikke optager plads og er rentable.
 - Systemerne (projekteringsværktøjerne) er publiceret i tre publikationer for Videncenter for Energibesparelser i Bygninger i form af hhv. en guide, samt to energiløsninger.
 - <https://www.byggeriogenergi.dk/media/1790/ventilationsguide.pdf>
 - https://www.byggeriogenergi.dk/media/1787/central-ventilation-med-varmegenvinding_ok.pdf
 - <https://www.byggeriogenergi.dk/media/1790/ventilationsguide.pdf>
 - Løsningerne er derudover indarbejdet med et todages modul i TI's nye ventilations uddannelse, udviklet i samarbejde med brancheorganisationerne Veltek samt FAV (<https://www.teknologisk.dk/kurser/ventilation-i-etageboliger/k27337>).
- Udviklet elektronisk værktøj til udvælgelse af korrekt aggregat til opgaven (www.ventilationslisten.dk)
- Udviklet nye, meget flade, trykstærke aggregater, som ikke optager plads i de overvejende små lejligheder i bygningsmasse før 1950, men kan placeres over nedhængt loft i lejlighedens gang og tillige er trykstærke nok til at overvinde tryktabet i de eksisterende føringsveje samt støjsvage.
- Udvikling af nyt kanalsystem herunder ny tætning og brandsikring af eksisterende føringsveje ved robotcoatning og videodokumentering. Fuldskalatestet dokumenteret i samarbejde med Dansk Brandteknisk Institut, DBI
- Udvikling af arkitektonisk korrekt afkast som fremstår som en muret skorsten, men med korrekt ventilationsteknisk indmad, samt brug af eksisterende skorstene so mafkast
- Udvikling af nyt retningsbestemt indblæsningsarmatur, som passer i skiftemål.

Alle de udviklede systemer og produkter er sat i produktion og publiceret med undtagelse af to (det nye rektangulære metal kanalsystem samt skorstensafkastet som viste sig ikke rentabelt og der er derfor fundet anden omkostningseffektiv løsning med skorstensattrap).



Succesen er stadfæstet ved ikke kun de indgående producenter, men hele branchens massive interesse og opbakning om projektet som bl.a. har resulteret i:

- Stort set samtlige producenter i Danmark har valgt at lave tilsvarende, som i projektet udviklede ventilationsaggregater, som er sat i produktion og på markedet, for at kunne varetage samme systemer.
- Da KAB ikke indenfor den ønskede tidsramme kunne levere en samlet demonstrationsejendom, valgte en af branchens andre aktører (Exhausto), som ikke var partner i projektet, at levere en ejendom (Blåmejssegården) som de ellers havde aftale med, i ønske om at de også gerne ville tage ejerskab af resultaterne.

Som det fremgår af ovenstående, har projektet opnået en række kommercielle resultater. Disse vil blive uddybet i det senere afsnit om udnyttelse af projektresultater. Netop udbredelse på markedet og den langsigtede, brede implementering af resultaterne har været central for projektet. Formidlingsaktiviteterne har derfor løbende inddraget relevante aktører på forskellige måder blandt andet i form af tema-dage, workshops, konferencer og møder. En uddybende beskrivelse fremgår af afsnittet om formidling.



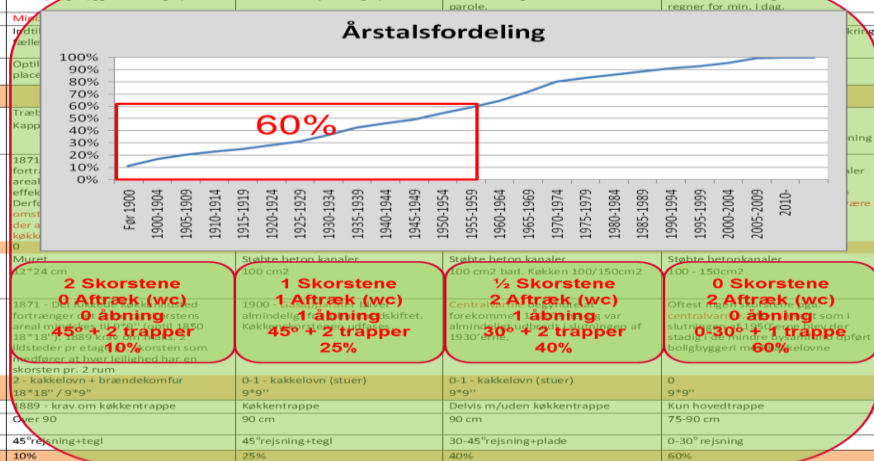
1.5.1. Kortlægning af byggeskik, årstal og mulige fremføringsvej samt barriere

Projektet blev indledt med et større studie og inspektionsbesøg over hele landet der skulle kortlægge byggeskik og opførsels år ift. de mulige fremføringsveje og placering af aggregater:

| Beskrivelse | 1850-1900 | 1900-1920 | 1920-1940 | 1940-1960 | 1960- |
|---------------------------------|---|--|--|---|---|
| Etagelag "opstart" | Nørre, Vester, Øster, Amager | Islands brygge | Forstæderne | Forstæderne | Forstæderne |
| Historiske betingelser | Området uden for voldene frigives i 1852 (Etagelagbyggeri 3-5 etager). | Den høje tætte udbygning af hovedstaden (5-6 etager) | Mellemkrigstid, hvor lys, luft og solorientering bliver arkitektonisk påreale. | Nybyggeriet efter 1940 har samme installationsmæssige standard, vi regner for min. i dag. | (1973) Tiden efter oliekrisen hvor energi-problematikken får markant indflydelse på byggeriet |
| Lejlighed | Mindre lejligheder (1. værelses) | 1889: Krav om minimum 60 m2 | Lejligheder bliver større | | Lejligheder er meget forskellige |
| Bad/wc | Indtil 1. verdenskrig er der udpræget fælles bad i kælder | 1900 - Wc blev alm. kort efter århundredskiftet. Mindre lejligheder deles om wc på trappe | 1910 - Wc uden håndvask så godt som standard i nybyggeriet i byerne (ikke i provinsen). | 1940 - Bad mere almindeligt omkring 1930, og var i slutningen af 1930'erne standard | |
| Køkken | Optil 1. verdenskrig er køkken ofte placeret i ud- eller sidebygning | | 1920'erne - Køkkener integreres i bygningskroppen (5,91 m2) | | |
| Åbninger i klimaskærm | | Madskab med enkelt åbning i ydermur (vindue) | 1930 Madskab fik to ventilationsåbninger | | 1950'erne. Køleskabe bliver almindelige. |
| Bjælkelag | Træbjælkelag Kappedæk (over kældre/port) | Træbjælkelag Jernbjælkelag med betonudstøbning ved bad | Træbjælkelag Træ/jernbjælkelag Jernbjælkelag med betonudstøbning ved bad | Træ eller træ/jernbjælkelag Hulstendæk Jernbjælkelag med betonudstøbning ved bad | Betonelementer |
| Aftræk | 1871 - Det lukkede køkkenildsted fortrænger det åbne og skorstens areal mindskes til 9"9". Emhætte effekt fra åbent ildsted forsvinder. Derfor kræver loven "Hvor omstændighederne tillader det skal der anbringes en eller flere køkkenildsteder". | 1902 - Sundhedskommissionen kræver ifm. installation af WC, 100cm2 aftræk + luftindtag/ 1/4" sprække under dør. Sammenholdt med 1889 skulle det helst føres langs skorstensrør | 1918 - Sundhedsvedtægten kræver aftræk på min. 100cm2 i køkken hvor der benyttes gas (skal føres ½ m over tagryg). 1927 - Sundhedsvedtægten skærpes til 150cm2 aftræksrør i køkken og oplukkeligt vindue på mindst 0,4m2 | 1939: Krav om separate aftræk i køkken og wc/ bad. Aftrækskanaler skal føres lodret op langs skorstensrør. Betjener skorstene eller aftræk kun et rum må det være 15"15 cm ellers skal det mindst være 23"23 cm | 1961: Første bygning reglement for hele landet. Krav om separate aftræk i køkken og wc/ bad. |
| - Antal | 0 | 1 (wc) | 2 (køkken +wc) | 2 (køkken +wc) | 2 (køkken +wc) |
| - Materiale | Muret | Støbte beton kanaler | Støbte beton kanaler | Støbte betonkanaler | Eternit eller stål |
| - Lysning | 12"24 cm | 100 cm2 | 100 cm2 bad. Køkken 100/150cm2 | 100 - 150cm2 | Udsugningsanlæg med hovedkanal eller naturlig med separate kanaler |
| Skorsten | 1871 - Det lukkede køkkenildsted fortrænger det åbne og skorstens areal mindskes til 9"9" (optil 1850 18"18"). 1889 krav om maks. 2 ildsteder pr etage pr. skorsten som medfører at hver lejlighed har en skorsten pr. 2 rum | 1900 - Gasapparater bliver almindeligt fra århundredskiftet. Køkkenskorstenen udfases. | Centralvarme begynder at forekomme i 1920'erne, og var almindeligt udbredt i slutningen af 1930'erne, | Oftest ingen skorstene pga. centralvarme. Men så sent som i slutningen af 1950'erne blev der stadig i de mindre bysamfund opført boligbyggeri med kakkelovne | Ingen kakkelovne |
| - Antal | 2 - kakkelovn + brændekomfur | 0-1 - kakkelovn (stuer) | 0-1 - kakkelovn (stuer) | 0 | 0 |
| - Lysning | 18"18" / 9"9" | 9"9" | 9"9" | 9"9" | 0 |
| Adg.vej til loft | 1889 - krav om køkkentrappe | Køkkentrappe | Delvis m/uden køkkentrappe | Kun hovedtrappe | Loftsløse 60"90 / gennem tag |
| Spær/ bjælkelags afstand | Over 90 | 90 cm | 90 cm | 75-90 cm | 60-75cm |
| Tag | 45°rejsning+tegl | 45°rejsning+tegl | 30-45°rejsning+plade | 0-30° rejsning | 0-15° rejsning |
| Byggebestanden | 10% | 25% | 40% | 60% | 100% |

Kortlægningen viste en lang karakteristik især for byggebestande frem til 1960 som udgjorde 60%, hvortil der kunne opsættes en række parametre for fremføringsmuligheder samt placering af aggregater med minimalt pladsoptag:

| Beskrivelse | 1850-1900 | 1900-1920 | 1920-1940 | 1940-1960 | 1960- |
|---------------------------------|---|--|--|---|---|
| Etagelag "opstart" | Nørre, Vester, Øster, Amager | Islands brygge | Forstæderne | Forstæderne | Forstæderne |
| Historiske betingelser | Området uden for voldene frigives i 1852 (Etagelagbyggeri 3-5 etager). | Den høje tætte udbygning af hovedstaden (5-6 etager) | Mellemkrigstid, hvor lys, luft og solorientering bliver arkitektonisk påreale. | Nybyggeriet efter 1940 har samme installationsmæssige standard, vi regner for min. i dag. | (1973) Tiden efter oliekrisen hvor energi-problematikken får markant indflydelse på byggeriet |
| Lejlighed | Mindre lejligheder (1. værelses) | 1889: Krav om minimum 60 m2 | Lejligheder bliver større | | Lejligheder er meget forskellige |
| Bad/wc | Indtil 1. verdenskrig er der udpræget fælles bad i kælder | 1900 - Wc blev alm. kort efter århundredskiftet. Mindre lejligheder deles om wc på trappe | 1910 - Wc uden håndvask så godt som standard i nybyggeriet i byerne (ikke i provinsen). | 1940 - Bad mere almindeligt omkring 1930, og var i slutningen af 1930'erne standard | |
| Køkken | Optil 1. verdenskrig er køkken ofte placeret i ud- eller sidebygning | | 1920'erne - Køkkener integreres i bygningskroppen (5,91 m2) | | |
| Åbninger i klimaskærm | | Madskab med enkelt åbning i ydermur (vindue) | 1930 Madskab fik to ventilationsåbninger | | 1950'erne. Køleskabe bliver almindelige. |
| Bjælkelag | Træbjælkelag Kappedæk (over kældre/port) | Træbjælkelag Jernbjælkelag med betonudstøbning ved bad | Træbjælkelag Træ/jernbjælkelag Jernbjælkelag med betonudstøbning ved bad | Træ eller træ/jernbjælkelag Hulstendæk Jernbjælkelag med betonudstøbning ved bad | Betonelementer |
| Aftræk | 1871 - Det lukkede køkkenildsted fortrænger det åbne og skorstens areal mindskes til 9"9". Emhætte effekt fra åbent ildsted forsvinder. Derfor kræver loven "Hvor omstændighederne tillader det skal der anbringes en eller flere køkkenildsteder". | 1902 - Sundhedskommissionen kræver ifm. installation af WC, 100cm2 aftræk + luftindtag/ 1/4" sprække under dør. Sammenholdt med 1889 skulle det helst føres langs skorstensrør | 1918 - Sundhedsvedtægten kræver aftræk på min. 100cm2 i køkken hvor der benyttes gas (skal føres ½ m over tagryg). 1927 - Sundhedsvedtægten skærpes til 150cm2 aftræksrør i køkken og oplukkeligt vindue på mindst 0,4m2 | 1939: Krav om separate aftræk i køkken og wc/ bad. Aftrækskanaler skal føres lodret op langs skorstensrør. Betjener skorstene eller aftræk kun et rum må det være 15"15 cm ellers skal det mindst være 23"23 cm | 1961: Første bygning reglement for hele landet. Krav om separate aftræk i køkken og wc/ bad. |
| - Antal | 0 | 1 (wc) | 2 (køkken +wc) | 2 (køkken +wc) | 2 (køkken +wc) |
| - Materiale | Muret | Støbte beton kanaler | Støbte beton kanaler | Støbte betonkanaler | Eternit eller stål |
| - Lysning | 12"24 cm | 100 cm2 | 100 cm2 bad. Køkken 100/150cm2 | 100 - 150cm2 | Udsugningsanlæg med hovedkanal eller naturlig med separate kanaler |
| Skorsten | 1871 - Det lukkede køkkenildsted fortrænger det åbne og skorstens areal mindskes til 9"9" (optil 1850 18"18"). 1889 krav om maks. 2 ildsteder pr etage pr. skorsten som medfører at hver lejlighed har en skorsten pr. 2 rum | 1900 - Gasapparater bliver almindeligt fra århundredskiftet. Køkkenskorstenen udfases. | Centralvarme begynder at forekomme i 1920'erne, og var almindeligt udbredt i slutningen af 1930'erne, | Oftest ingen skorstene pga. centralvarme. Men så sent som i slutningen af 1950'erne blev der stadig i de mindre bysamfund opført boligbyggeri med kakkelovne | Ingen kakkelovne |
| - Antal | 2 - kakkelovn + brændekomfur | 0-1 - kakkelovn (stuer) | 0-1 - kakkelovn (stuer) | 0 | 0 |
| - Lysning | 18"18" / 9"9" | 9"9" | 9"9" | 9"9" | 0 |
| Adg.vej til loft | 1889 - krav om køkkentrappe | Køkkentrappe | Delvis m/uden køkkentrappe | Kun hovedtrappe | Loftsløse 60"90 / gennem tag |
| Spær/ bjælkelags afstand | Over 90 | 90 cm | 90 cm | 75-90 cm | 60-75cm |
| Tag | 45°rejsning+tegl | 45°rejsning+tegl | 30-45°rejsning+plade | 0-30° rejsning | 0-15° rejsning |
| Byggebestanden | 10% | 25% | 40% | 60% | 100% |





Men ligeledes at det i sagens natur er udfordringer forbundet med udvikling af løsninger der dækker hovedparten af byggeriet. Projektet behandlede udfordringerne ved fokus på følgende systemløsninger:

- Udvendig kanalløsning
 - Indvendig løsning ved brug af eksisterende trækkanaler/skorstene
 - Indvendig løsning ved brug skjulte metalkanaler i skakte
 - Indvendig løsning ved brug af nye synlige kanaler i trappeopgang/ lejlighed
 - Mulighed for decentrale aggregater i hver lejlighed
- Valg af ventilationsaggregat og dimensionering af samlet systemløsning

Hver systemløsning er blev vurderet på følgende parametre:

- Specifikt elforbrug, SFP-værdi, W/m³ og årligt elforbrug, kWh
- Årligt energiforbrug til opvarmning af kold udeluft, kWh
- Kvaliteten af det termiske klima
- Lydgener
- Etableringsomkostninger
- Modelløsningens kompleksitet udførelsesmæssigt og gener for beboere
- Arkitektonisk vurdering

Af studiet fremgik det at en rentabel og brandteknisk acceptabel løsning kun kunne tilvejebringes igennem, brug af de eksisterende føringsveje i lejligheden, samt supplerung med nyt rektangulært kanalsystem, da brandautomatikken forøgede prisen væsentligt og krav om redningsvej umuligjorde placering på opgange. Af studie fremgik det yderligere at både en central og decentral løsning var mulig alt efter byggeskik og der med disse løsninger var følgende barriere:

Barrierer - Ejerskab

- 2 indgangsvinkler – Økonomi eller afhjælpning af problem (men beboer er ALTID ind over)
- Brugerinteraktion og ejerskab er yderst vigtigt for succes (Armatuur, træk og støj)
- Forståeligt konceptmateriale, beregninger og infomøder er nødvendigt for succes.
 - Hårde værdier:
 - Anlægsudgift og finansierings muligheder
 - Driftsomkostninger og vedligeholdes udgifter og plan
 - Levetid
 - Bløde værdier
 - Byggeperiode, plads ,omfang og gener (støj, støv, adgang)
 - Drift – Bedre indeklima, lavere varmeomkostninger (støj)
- Serviceaftale er nødvendig for løbende vedligehold og succes
- Barrierer – Absolut største – fremføring af kanaler + placering af aggregat

Erfaringen indikerede at tilbagebetalingstiden skulle være under 10år og optimalt under 5 år før projektet gennemføres. Ligeledes at en decentral løsning ofte var at foretrække pga. øget ejerskab fra bruger som kunne medføre en større villighed for implementeringen og bedre brugeradfærd. Et absolut minimum var brugerinteraktion med anlægget i form af mulighed fra beboerens side om at kunne ændre på indblæsningsarmaturet.



1.5.2. Udviklet systemløsninger

På baggrund af studiet udviklede projektet 2 helt nye koncepter med tilhørende nyudviklede produkter:

Central løsning (Før 1950 pga. skorstene)

Nem service men varmeregenskab og manglende ejerskab kan være en barriere

- Indblæsning - Eksisterende skorsten med ny brandteknisk godkendt coating
Typisk 1 skorsten pr. stue + soveværelse hvilket medfører max 5 etager pr skorsten (4 m/s)
- Nyudviklet armaturet i murstensmål til variation i forbruget og trækfri indblæsning uden støjgener og med henblik på brugervenlighed.
- Udsugning – Eksisterende trækkanaler (coatet) eller via nyudviklet rektangulært kanalsystem
- Er der ingen eksisterede kanaler anvendes ny udviklet rektangulært kanalsystem, med meget lille indbygningstørrelse (brandisolering) og ny samlingsmetode og div. specialkomponenter.
- Indtag og afkast
 - Eksisterende skorstene med indmuret dæk (kræver skorstens afdækning)
 - Ny arkitektonisk korrekt afkast der ligner en normal skorsten
- Aggregat fra eksisterende produktprogram. Placering på hanebånd eller direkte på tørloft
- Årstalsafhængigt adgangsforhold – min 60*90 loftslem / 80*190cm dør / Igenem tag.
- Dimensionerende max luftmængde 1260 m³/h (2 opgange af 5 etager)

Barriere og løsninger:

- Indtag og afkast – stadsarkitekt – Nyt arkitektonisk korrekt afkast (brandkrav på loft)
- Distribution af friskluft - Nyt kanalsystem/coating af eksisterende (sod og tæthed/ brandkrav)
- Lydgener - Indblæsningsarmatur med store egenlyddæmpning
- Brandteknisk sikring af løsninger – Coating + isolering
- Minialt energiforbrug - Strategi for CV behovsstyring + aggregater med lav SFP værdi
- Aggregat - Adgangsforhold loft – Maks ydre dimensioner på aggregat/ modul
- Ejerskab og indflydelse – Retningsbestemt armatur og tilpasning i arkitektur

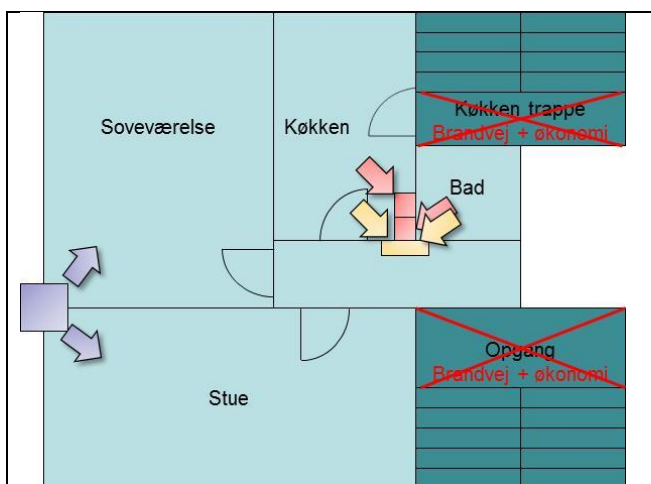


Fig. 1 - Princip for central løsning

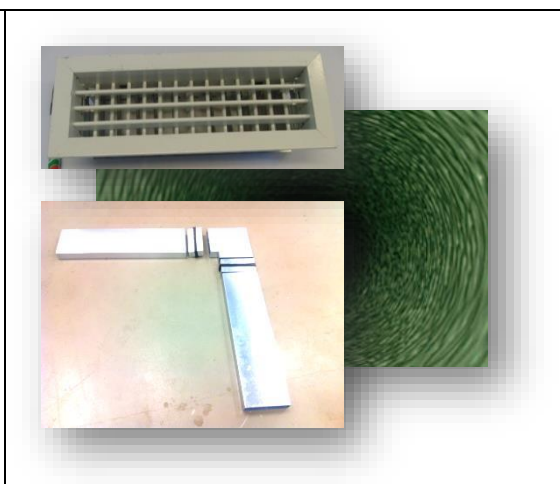


Fig. 2. Eksempler på det nyudviklede kanalsystem, armatur og coating



Decentral løsning (Før 1940 pga. loftshøjde)

Godt ejerskab og interaktion, men serviceordning øger driftsomkostninger og besvær.

- Fremføring af kanaler via eksisterende aftræk eller nyudviklet rektangulært kanalsystem. Er der ingen eksisterende kanaler anvendes ny udviklet rektangulært kanalsystem, med meget lille indbygningstørrelse (brandisolering) og ny samlingsmetode og div. specialkomponenter.
- Gang i lejlighed er fordelingsnøgle for indblæsning og udsugning (loft skal sænkes)
- Aggregatet placeres i gang over nedsænket loft og 2 nye anlæg med særlige lave byggehøjder er udviklet. Alternativt placeres aggregatet i køkken som Emhætte aggregat.
- Entréen i den enkelte lejlighed er normalt forbundet med samtlige opholdsrum og distributionen i lejligheden sker herfra med ét indblæsningsarmatur pr. opholdsrum placeret diskret over døren.
- Armaturet er udviklet i murstensmål til variation i forbruget og trækfri indblæsning uden støjgener og med henblik på brugervenlighed.
- Indtag og afkast
 - Eksisterende skorstene med indmuret dæk (kræver skorstens afdækning)
 - Ny arkitektonisk korrekt afkast der ligner en normal skorsten
- Dimensionerede max luftmængde 126 m³/h
- Optil 126 m³/h (116 m²) anvendes eksisterende støbte kanaler (3,5 m/s) til indtag/afkast

Barriere og løsninger:

- Indtag og afkast – stads arkitekt - Arkitektonisk korrekt afkast (brandkrav på loft)
- Distribution af friskluft – Aftræk + skorsten - Eksisterende coatet (sod og tæthed/ brandkrav)
- Lydgener – Nyt aggregat med meget lavt lydniveau
- Brandteknisk sikring af løsninger – Coatning + isolering
- Minimalt energiforbrug - Strategi for behovsstyring + Nyt AHU med høj trykudløb og lav SFP
- Aggregat - placering - under loft i gang
- Ejerskab og indflydelse – Aggregatets styring og retningsbestemt armatur
- Tilpasning i arkitektur – Indblæsningsarmatur + afkast

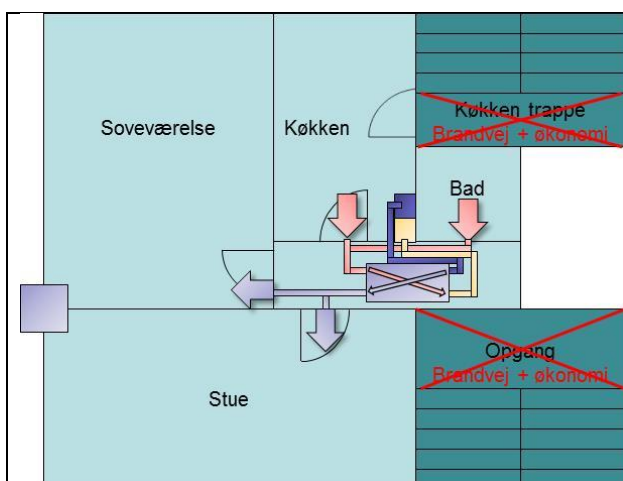


Fig. 1 - Princip for central løsning

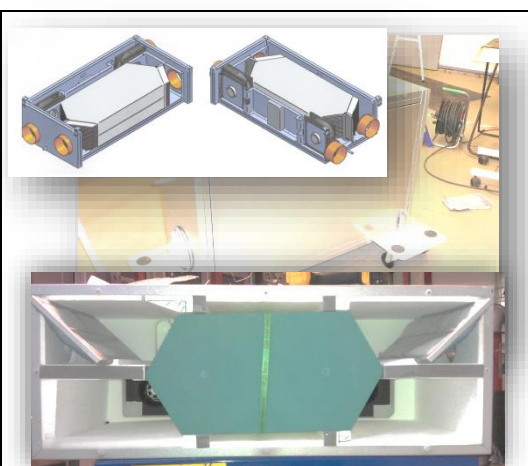


Fig 2. Eksempler på de ny udviklede aggregater



1.5.3. Udviklede løsninger - vejledninger

Afhængig af byggeskik, årstal, bygningshøjde, lejlighedernes størrelse mv. er der et utal af kombinationsmuligheder og for at opnå den bedst mulige løsning hvad angår anlægsudgifter, indeklime og energiforbrug er der i projektet udviklet en lang række vejledninger, der hjælper den projekterende med at vælge den rigtige ventilationstekniske løsning til en renoveringsopgave.

Ligeledes er der udviklet 3 beboerfoldere som sikre nemmere byggeproces og bedre drift ved inddragelse, accept og ejerskab.

De nævnte vejledninger er medtaget i bilagsrapporten, men de fleste vejledninger kan også hentes fra VEB's hjemmeside, der administreres af Teknologisk Institut i samarbejde med SBI og andre aktører på området:

- "Guide – Ventilation med varmegenvinding i eksisterende etageejendomme", Guide, VEB
- "Decentral ventilation med varmegenvinding", Energiløsning, VEB
- "Central ventilation med varmegenvinding", Energiløsning, VEB
- "Beboerguide: Etablering af ventilation – Introduktion til beboere ved etablering af mekanisk balanceret ventilation med varmegenvinding", Teknologisk Institut
- "Få mere ud af din boligs ventilationsanlæg – Hvordan beboere i lejligheder med central ventilation kan opnå et godt indeklime", Teknologisk Institut
- "Få mere ud af din boligs ventilationsanlæg – Hvordan beboere i lejligheder med decentral ventilation kan opnå et godt indeklime", Teknologisk Institut
- "Ventilationslisten/beregneren", Internetbaseret værktøj

Central ventilation med varmegenvinding

Det anbefales at installere et ventilationsanlæg med varmegenvinding i en eksisterende etageejendom, hvis klimaskærmen er blevet energirenoveret og tætnet i forbindelse med fx vinduesudskiftning, facaderenovering og loftsisolering eller i forbindelse med modernisering af køkken eller bad.

Kun ved en relativt tæt klimaskærm sikres det, at beboerne får fuldt udbytte af ventilationen og opnår besparelser på energiforbruget til opvarmning. Enten oprettes et ventilationsanlæg centralt i ejendommen eller decentrale ventilationsanlæg i hver lejlighed. Anbefalinger og råd til det endelige valg af enten decentral eller central ventilation kan findes i Videncenterets Guide: Ventilation med varmegenvinding i eksisterende etageejendomme, som der henvises til i denne Energiløsning.

Anbefaling

Minimum:

| Centralt anlæg | Varmegenvindingskrav | SFP krav |
|---------------------|----------------------|------------------------|
| Konstant luftmængde | 67 % | 1.500 J/m ³ |
| Variabel luftmængde | 67 % | 2.100 J/m ³ |

Lavenergi:

| Centralt anlæg | Varmegenvindingskrav | SFP krav |
|---------------------|----------------------|------------------------|
| Konstant luftmængde | 85 % | 1.200 J/m ³ |
| Variabel luftmængde | 85 % | 1.800 J/m ³ |

Decentral ventilation med varmegenvinding

Det anbefales at installere et ventilationsanlæg med varmegenvinding i en eksisterende etageejendom, hvis klimaskærmen er blevet energirenoveret og tætnet i forbindelse med fx vinduesudskiftning, facaderenovering og loftsisolering eller i forbindelse med modernisering af køkken eller bad.

Kun ved en relativt tæt klimaskærm sikres det, at beboerne får fuldt udbytte af ventilationen og opnår besparelser på energiforbruget til opvarmning.

Enten oprettes et ventilationsanlæg centralt i ejendommen eller decentrale ventilationsanlæg i hver lejlighed. Anbefalinger og råd til det endelige valg af enten decentral eller central ventilation kan findes i "Guide: Ventilation med varmegenvinding i eksisterende etageejendomme", som der henvises til i denne Energiløsning.

Anbefaling

Minimum:

| Varmegenvindingskrav | SFP krav |
|----------------------|-----------------------|
| 80 % | 1000 J/m ³ |

Lavenergi:

| Varmegenvindingskrav | SFP krav |
|----------------------|----------------------|
| 85 % | 800 J/m ³ |

Eksempel på forsider på to vejledninger.

Yderligere information, formidlingsoversigt og materiale fremgår af bilagsmappe 1, Bilag 1-8



1.5.4. Udviklede løsninger - produkter

De udviklede produkter afspejler i sagens natur de behov, der opstår (efterspørges) i forbindelse med en bygningsrenoveringsopgave, som også ofte inkluderer opgradering af ventilationssystemet, der i de fleste tilfælde som sagt er naturlig ventilation. Grundet pladskrav (eller mangel på plads) går trenden mere henimod brug af decentrale ventilationsløsninger. Kravene i den eksisterende brandnorm DS-428 har også gjort det dyrere at etablere central ventilation. Derfor har fokus og ønsket fra de to producenter i projektet primært været udvikling af kompakte decentrale ventilationsaggregater og bruge eksisterende produktvalgsprogram til centrale aggregater samt brug af eksisterende aftrækskanaler, arkitektonisk pænt afkast, bedre- og mere brugervenligt indblæsningsarmatur etc.

De udviklede teknologier er testet på Teknologisk Instituts laboratorier.

NILAN - ventilationsaggregat

I projektet er aggregatet NILAN Comofort 150 udviklet. Der er udført en række test hvoraf de to endelige prototypers resultater fremgår nedenfor. Prototyperne er testet med hhv. Recair (DTI 14-002) og Klingenburg (DTI 13-012) veksler med hhv. F7/G4, F7/G4 (Bypass åben), G4/G4, G4/G4(Bypass åben) iflg. punkter:

- Intern + Ekstern lækagetest
- VGV-test
- Lydtest
- Kapacitetest (SFP)



Foto af ventilationsaggregat og billede af lydmåling til højre.

| | | | | |
|---------------------------|--------------------------|--|--|--|
| External Leakage - 250 Pa | External Leakage +250 Pa | Internal leakage Δp 100 Pa | Heat recovery ratio at nominal flow acc. EN308 | |
| 1.61% | 1.47% | 0.56% | 86.2% | |
| External Leakage - 250 Pa | External Leakage +250 Pa | Internal leakage Δp 100 Pa (Klingenburg) | Internal leakage Δp 100 Pa (Recair) | Heat recovery ratio at nominal flow acc. EN308 |
| 1.70% | 1.86% | 0.37% | 0.34% | 77.8% |

Rapport 300-AHU-Lab-14-002 øverst og rapport 300-AHU-Lab-13-012 nederst.

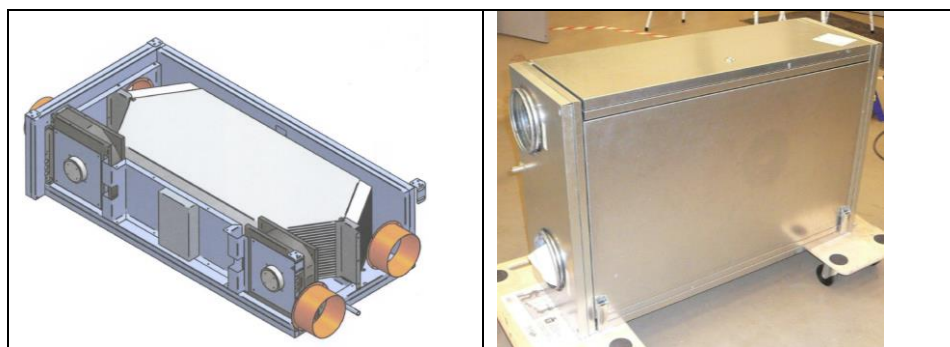
Yderligere information om test og udvikling fremgår af bilagsmappe 2, Bilag11 Nilan aggregat, afs. 1- 16.



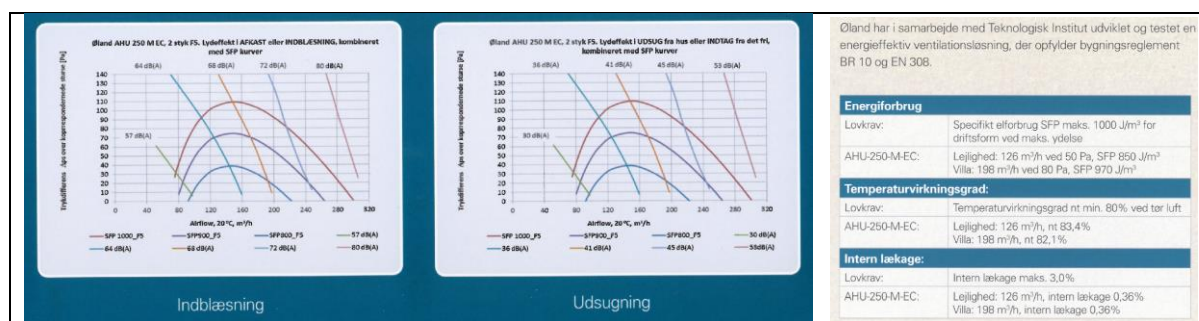
ØLAND - ventilationsaggregat

I projektet er aggregatet ØLAND AHU-250-M_1 udviklet. Der er udført en række test hvoraf den endelige prototypers resultater fremgår nedenfor. Prototyperne er testet i følgende testforløb:

| VG | Emne | Beskrivelse | Udført |
|-----|---|---|--|
| 1+2 | ØLAND AHU 250. Test af 2 separate vekslere L=700 + L=1000mm | VG i agg. var for dårlig og det ønskes testet om dette er pga. indløbsforhold, eller veksleren i sig selv er for dårlig. VG L=1000 lidt bedre Resultat: Lav VG + dårlig lækage Konklusion: Ny veksler sammenpresset veksler + bedre limning | Lækage test *2 VG_test*2 Tryktab *2 Opstart*1 |
| 3 | ØLAND AHU 250. Test af separat veksler L=1000, sammenpresset | Lækage for høj. Rekvirere ny veksler med bedre limning | Lækage+opstart |
| 4 | ØLAND AHU 250. Test af separat veksler L=700, sammenpresset, bedre limet | Lækage meget god. VG acceptabel. Tryktab højt. Konklusion: John mener det høje tryktab skyldes at limen er rendt ud i cellerne og ønsker test af 2 veksler. | Lækage test *1 VG_test*1 Tryktab *1 Opstart*1 Isolatør*1 |
| 5+6 | ØLAND AHU 250. Afsluttende test af separat veksler L=1000 og L=700, sammenpresset, bedre limet, uden udflydning af lim. | Begge veksler kan anvendes. Den korte veksler kan anvendes i et bredere område pga. lavere tryktab. | Lækage test *2 VG_test*2 Tryktab *2 Opstart*1 Isolatør*2 |



TV 3D tegning af ventilationsaggregat, TH prototype



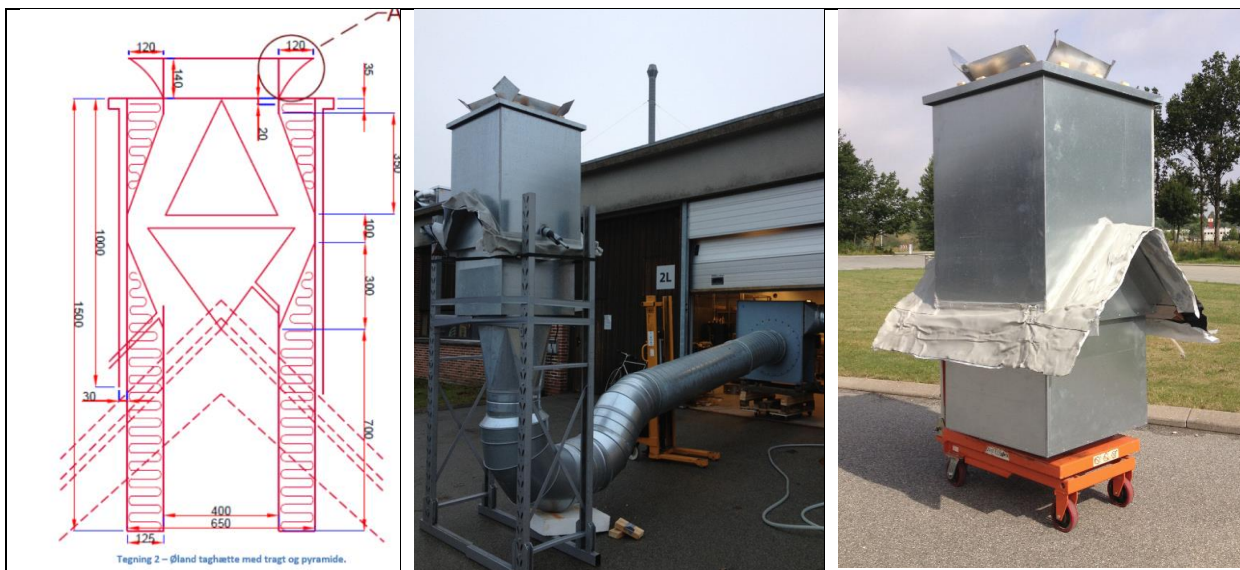
Måleresultater fra Ølands AHU-250-M_1

Yderligere information om test og udvikling fremgår af bilagsmappe 2, Bilag12 Øland aggregat afs.1- 12.

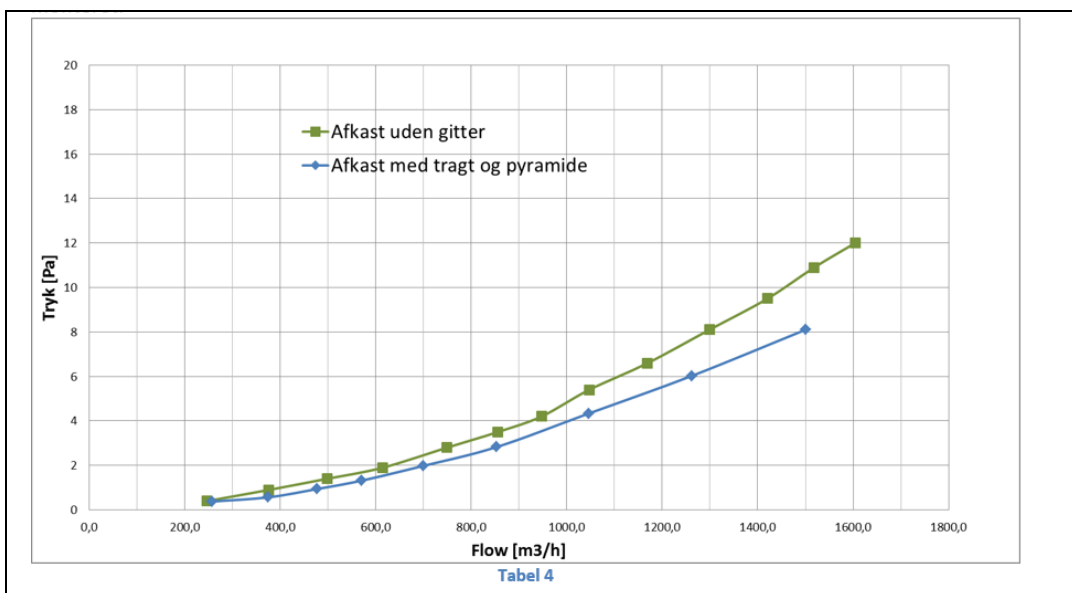


ØLAND - afkastskorsten (hætte)

Det overordnede mål var at få udviklet og gennemtestet en kombineret luft-afkast/indtag taghætte. Målet var, at tryktabet i taghætten ikke ville overstige 10 Pa ved et flow på 1200 m³/h. Det skulle desuden tilstræbes, at modifikationer af taghætten ikke var for krævende omend umulige at udføre i praksis samtidig med, at der tages hensyn til taghættens ydre. Samtidig skulle taghættens evne til at opfange nedbør (regn, slagregn, hagl og fygesne) undersøges ved hhv. en indtag- og afkastsituation.



Snittegning af afkastskorsten (hætte) og billede af forsøg med regn samt prototype.



Endelig testresultat hvor grafen viser tryktabet gennem afkashætten som funktion af luftstrømmen.

Yderligere information om test og udvikling fremgår af bilagsmappe 2, Bilag13_Øland_Ventilationskorsten afs.1-5.



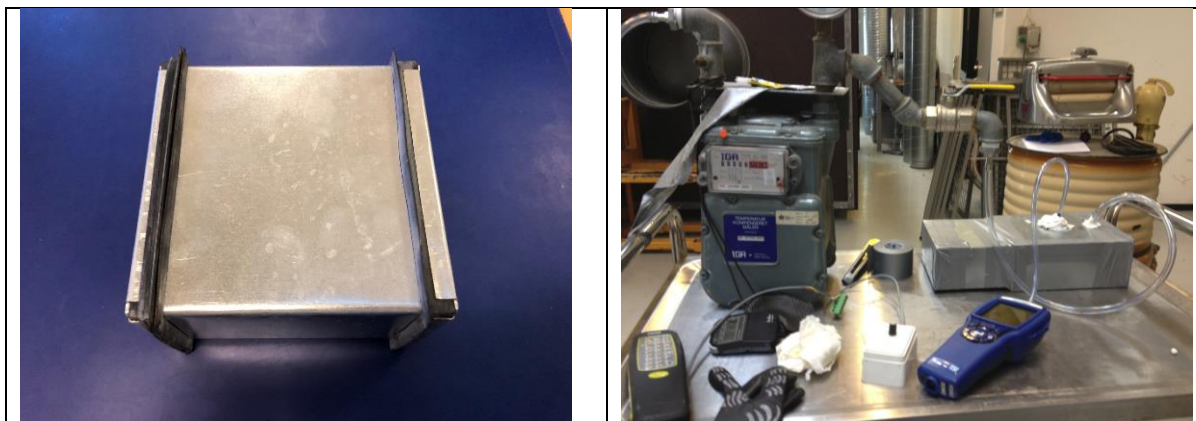
ØLAND – Rektangulære kanaler

Cirkulære kanaler er ikke altid ønskeligt (optimalt) på grund af pladskrav og indpasning i lejligheden. Ofte kan det bedre tillades, hvis kanalen er rektangulær og med en markant større dimension i den ene af de to retninger, som illustreret i den efterfølgende tabel, da det minimerer pladskravet til kondens og brandisolering.

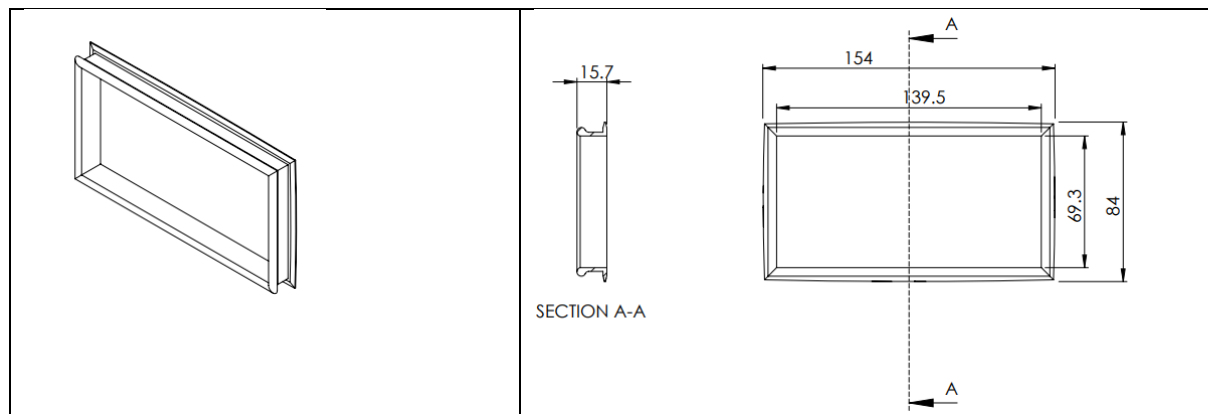
| | |
|---------|--------------|
| Ø200 mm | 200 mm |
| a · a | 180 · 180 mm |
| 2b · b | 250 · 130 mm |
| 3c · c | 310 · 100 mm |

I projektet er derfor udviklet et nyt kanalsystem for ØLAND som har indvendig samling uden udvendige false som ville øge pladskravet.

Det overordnede mål var at få udviklet og gennemtestet det eksisterende kanalsystem med nyudviklet nippel-samlingen, hvor lækagen ikke oversteg gældende krav beskrevet i DS 447, samt en tilstræbelse på at modifikationer af niplen ikke var for krævende omend umulige at udføre i praksis.



Endelig gummipakning for rektangulær nippel hhv. dobbelt og enkelt vulst (tv). Eksempel på lækagetest (th).



Endelig gummipakning (dobbelt vulst) for rektangulær nippel



| Areal af kanal | Bredde | Højde | Længde | Areal | Tæthedsklasser angivet i DS447, s 16 | |
|---------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|
| | 0,15 | 0,08 | 1,5 | 1 | Tætheds | Pa |
| | | | | | | m ³ /s/m ² |
| | | | | | A | 133 0,0006484 |
| | | | | | B | 100 0,0001796 |
| | | | | | C | 100 0,0000599 |
| | | | | | D | 100 0,0000200 |
| Test 1 | | | | | | |
| Lækagetest 1 | | Lækagetest 2 | | Lækagetest 3 | | |
| Tykkelse af gummi: | | Tykkelse af gummi: | | Tykkelse af gummi: | | |
| Overtryk | | Overtryk | | Overtryk | | |
| V _{start} [m ³]: | 53,067 | V _{start} [m ³]: | 53,080 | V _{start} [m ³]: | 53,084 | |
| V _{slut} [m ³]: | 53,068 | V _{slut} [m ³]: | 53,081 | V _{slut} [m ³]: | 53,085 | |
| ΔV [m ³]: | 0,001 | ΔV [m ³]: | 0,001 | ΔV [m ³]: | 0,001 | |
| Tryk [Pa]: | 133,0 | Tryk [Pa]: | 133,0 | Tryk [Pa]: | 133,0 | |
| Tid: | 124,2 | Tid: | 100 | Tid: | 122 | |
| Luftstrøm [m ³ /h]: | 0,0289855 | Luftstrøm [m ³ /h]: | 0,0360 | Luftstrøm [m ³ /h]: | 0,0295082 | |
| Lækage | 0,0000161 | Lækage | 0,0000200 | Lækage | 0,0000164 | |
| Note: | 1,5mm (Draw 3) med stor klods | Note: | 1,5mm (Draw 3) med stor klods | Note: | 1,5mm (Draw 3) med stor klods | |
| Test 2 | | | | | | |
| Lækagetest 1 | | Lækagetest 2 | | Lækagetest 3 | | |
| Tykkelse af gummi: | | Tykkelse af gummi: | | Tykkelse af gummi: | | |
| Overtryk | | Overtryk | | Overtryk | | |
| V _{start} [m ³]: | 53,140 | V _{start} [m ³]: | 53,174 | V _{start} [m ³]: | 53,176 | |
| V _{slut} [m ³]: | 53,141 | V _{slut} [m ³]: | 53,175 | V _{slut} [m ³]: | 53,177 | |
| ΔV [m ³]: | 0,001 | ΔV [m ³]: | 0,001 | ΔV [m ³]: | 0,001 | |
| Tryk [Pa]: | 135,0 | Tryk [Pa]: | 121,0 | Tryk [Pa]: | 190,0 | |
| Tid: | 99,09 | Tid: | 107,85 | Tid: | 77,87 | |
| Luftstrøm [m ³ /h]: | 0,0363306 | Luftstrøm [m ³ /h]: | 0,0334 | Luftstrøm [m ³ /h]: | 0,0462309 | |
| Lækage | 0,0000202 | Lækage | 0,0000185 | Lækage | 0,0000257 | |
| Note: | 1,5mm (Draw 3) med lille klods | Note: | 1,5mm (Draw 3) med lille klods | Note: | 1,5mm (Draw 3) med lille klods | |

Udvalgte resultater af lækagetest og sammenlignet med DS-447 lækagetest klasser.

Selvom der er fremstillet prototyper på rektangulære kanaler og lækagetestene viste gode resultater har Øland efterfølgende besluttet ikke at lave en egentlig produktion (og sortiment) af rektangulære kanaler.

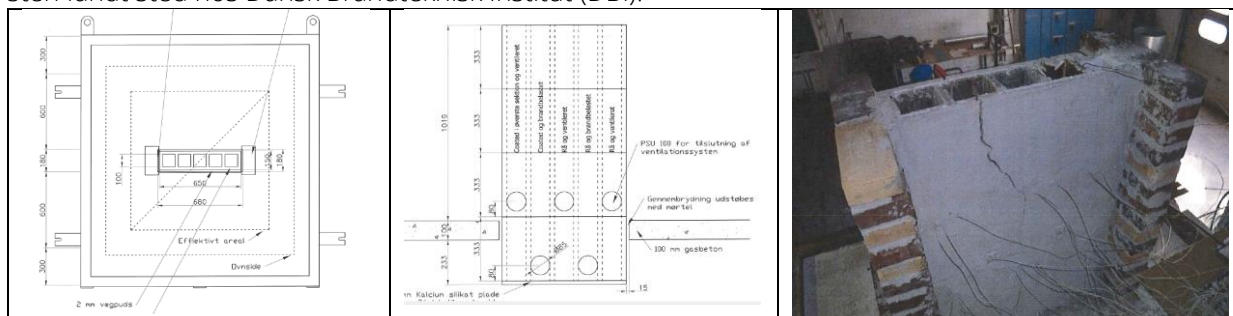
Blandt andet er tætning af rektangulære kanaler bare mere vanskelig end tætning af cirkulære kanaler og det har i projektet vist sig at coating af eksisterende kanaler og skorstene vil kunne løse problematikken med den lodrette fremføring af luften størstedelen af installationerne i den eksisterende etagebo-ligmasse, hvilket har reduceret behovet og dermed marked for kanalsystemet.

Yderligere information om test og udvikling fremgår af bilagsmappe 3, Bilag13_Øland_Ventilationskorsten afs.1-5.



Nordisk afløbsteknik – Coating af kanaler

E-AT (European Airvent Technology) tidligere NAT (Nordisk Afløbsteknik) har i projektet udviklet produkter og værktøj til indvendig fotoinspektion af aftrækskanaler samt skorstene og coating af disse. I den forbindelse er der foretaget brandtest i prøveaftrækskanal med indvendig coating med henblik på vurdering af integritet og egenskaber af selve coatingsmaterialet ved meget høje lufttemperaturer. Testen fandt sted hos Dansk Brandteknisk Institut (DBI).



Principskitse og foto af testopstilling i laboratoriet.

Konklusion og yderligere kommentarer fra Dansk Brandteknisk Institut (DBI) er gengivet nedenfor:

| | | | |
|--|-------------|--|--|
| <p>Ved prøvning i henhold til EN 1363-1 af den i denne rapport beskrevne aftrækskanal opstod der svigt i henhold til de i prøvningsmetoden angivne ydeevnekriterier efter nedenstående minuttal:</p> | | <p>Yderligere kommentarer Følgende kommentarer er relateret til DS 428 udgave 4 "Norm for brandtekniske foranstaltninger" og er ikke en del af den brandtekniske evaluering af konstruktionen i henhold til DS/EN 1363-1.</p> | |
| Kanal 2 | | Relevante observationer udført under og efter prøvningen: | |
| Integritet: | 60 minutter | Der blev under prøvningen ikke konstateret svigt af integritet. | <ul style="list-style-type: none">• Der blev konstateret gennemgående revnedannelser i kanal 4.• Ingen revnedannelse indvendigt i kanal 2, svag revne dannelse på ydersiden.• Der var ingen gløder i den indvendige overflade af den coatede kanal 2 efter prøvningen.• Der blev under prøvningen ikke konstateret brandspredning fra den coatede kanal til de tilstødende kanaler.• Der blev under prøvningen ikke konstateret nogen væsentlig røgd udvikling fra den coatede kanal 2.• Coatingen vurderes ikke at bidrage negativt til aftrækskanalernes brandtekniske egenskaber.• Den mængde tætningsbånd, der blev anvendt over hullerne i kanal 2, bidrog ikke væsentligt til kanalens brand- og røgd udvikling. I relation til DS428 er det DBI's anbefaling at tætningsbåndet sidestilles med tætningslister til kanaler, se DS428, §3.7(3). |
| Isolation: | 22 minutter | Den målte maksimumtemperaturstigning på den udvendige side af kanal 2 oversteg 180 °C efter 22 minutter. | |
| | | Den målte maksimumtemperaturstigning over hullerne på kanal 2 oversteg 180 °C efter 35 minutter. | |
| Kanal 4 | | | |
| Integritet: | 60 minutter | Der blev under prøvningen ikke konstateret svigt af integritet. | |
| Isolation: | 22 minutter | Den målte maksimumtemperaturstigning på den udvendige side af kanal 2 oversteg 180 °C efter 24 minutter. | |
| | | Den målte maksimumtemperaturstigning over hullerne på kanal 2 oversteg 180 °C efter 35 minutter. | |

Beskrivelse af coating materialet er angivet nedenfor

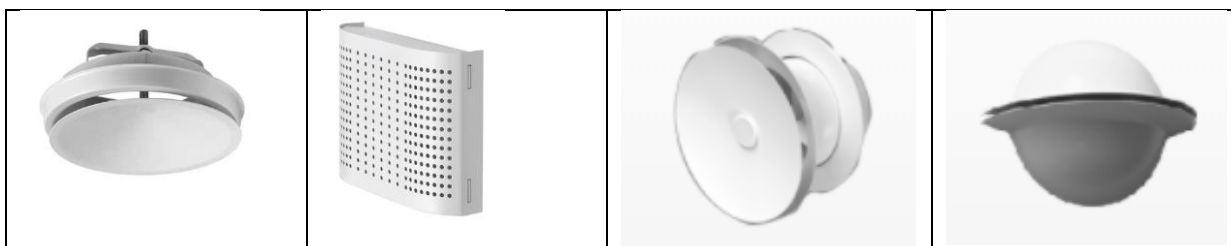
| |
|---|
| <p>Coating produkt N.A.T Coating produkt er udviklet af 3 kemiingeniører i henholdsvis Belgien, Tyskland og Holland, samt med produktprøvning og test i Danmark. Udviklingen og afprøvningen af produktet har taget 6 år i tæt samarbejde med de respektive kemiingeniører og Teknologisk Institut for beregning af levetiden af N.A.T Coating. Coating produktet er testet efter intra 213 og ISO 580-1973 med tilpasset cyklusprøve. Produktet bestod N.A.T's hårde krav og forventninger til en enklere renoverings metode af faldstammer i etagebygninger.</p> |
| <p>Resultat fra prøvningerne Prøvnings resultat som blev opnået ved cyklusprøve er en beregnet levetid på 50 – 75 år afhængig af faldstammens kondition.</p> |
| <p>Syre og base test N.A.T Coating er afprøvet med diverse syre og baser, som kan forestilles at blive udløst i afløbssystemet over kortvarig periode. N.A.T Coating bestod alle syre / base prøver under disse test.</p> |

Yderligere information om test og udvikling fremgår af bilagsmappe 3, Bilag12 Coating af eksisterende aftræk og skorstene, afsnit 1-12



ØLAND – Udvikling og test af indblæsningsarmatur

Konsultationssager indenfor etageboligventilation har ofte afsløret problemer med mekanisk balanceret ventilation med varmegenvinding, eftervarmeplade og de anvendte indblæsningsarmaturer (riste). Eksempler på indblæsningsarmaturer (riste) er angivet nedenfor:



Problemet er trækgener fra armaturet fordi ét rum ofte ventileres med kun ét armatur (som hermed kan give en stor bevægelsesmængdeimpuls), og de valgte armaturer ikke umiddelbart kan ændre sit strømningsmønster. Problemet "løses" ofte ved at hæve indblæsningstemperaturen eller det der er værre – armaturet lukkes. Således kan centrale ventilationsanlæg komme ud af balance og på sigt resultere i endnu flere beboergener (klager).

Projektet har derfor haft fokus på at udvikle og teste et fleksibelt væg-indblæsningsarmatur som i højere grad end en standard ventil passede til lejlighedens indvendige arkitektur. De to udviklede prototyper benævnt 'A' og 'B' er gengivet nedenfor. Der er to principielle forskelle mellem de to armaturer:

- Armatur A er udformet som et bagkant indblæsnings armatur og blæser fra væg ind i rummet.
- Armatur B indblæser luften langs en væg (flade) og dermed ikke direkte ind i rummet væk fra væggen. Luftens retning i vægplanet kan i princippet drejes 360°

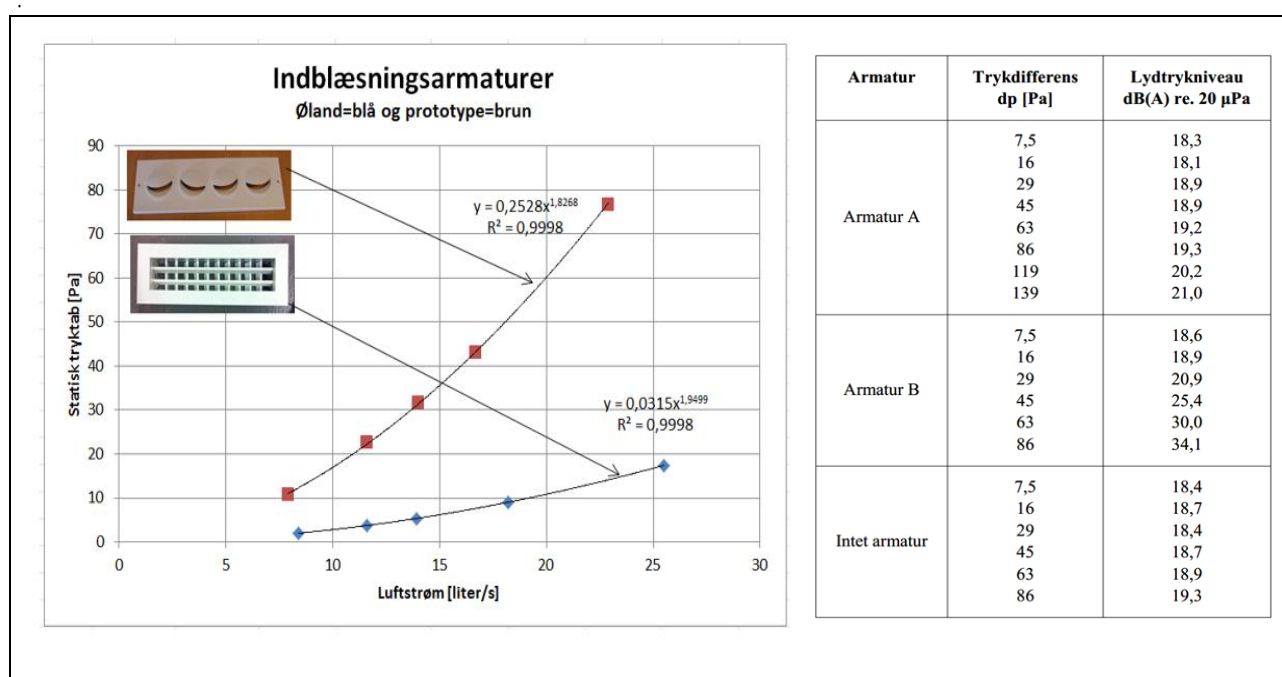
Således er Armatur 'A' lidt mindre fleksibelt end armatur 'B', men har den klare fordel at den blæser ind i rummet. Begge armaturer har dimensioner (B·H) svarende til en teglsten og med bagkant tilslutning fra lejlighedens entre for let montage.





Armaturer og gaffel til justering af retning på "gæller" i indblæsningsarmatur.

Måleresultaterne for armaturerne er gengivet nedenfor, hvoraf det fremgår at Armatur 'B' genererer et højere lydtrykniveau end armatur 'A'



Det viste sig dog ved demoopgangen af montagen af de udviklede armaturer var for dyr, ift. den arkitektoniske merværdi, hvorfor et alternativt blev anvendt under demonstrationen (se billeder fra demonstrationen)

Yderligere information om test og udvikling fremgår af bilagsmappe 3, BILAG 14_ØLAND ventiler og armaturer, afsnit 1-6



1.5.5. Demonstration

En afgørende del af projektet har været demonstration af de udviklede løsninger i en eksisterende etageejendom. Til dette formål blev Blåmejsegården udvalgt, en ejendom fra 1928/29 med 180 lejligheder.

Projektet adskiller sig ved at have anvendt en tværfaglig tilgang ved demonstrationen af de udviklede løsninger. Succesfuld etablering af ventilation i eksisterende boliger kræver ikke blot tekniske løsninger, men også en høj grad af brugerinddragelse for at sikre korrekt anvendelse. I projektet har der derfor også været et antropologisk perspektiv.

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

Processen for demonstrationen var som følger:

1. Gennemgang af tegninger
2. Fysiske besøg i alle lejligheder
3. Beslutning vedr. central eller decentral i samtlige lejligheder
4. Demoopgang
5. Beboerinterviews
6. Indsamling af erfaringer både teknisk og antropologisk
7. Tilpasning af fremadrettet proces
8. Besøg i samtlige lejligheder med beboerne
9. Installation

Indledningsvist blev tegningerne over bygningen gennemgået for at få et overblik over eksisterende føringsveje, lejlighedstyper og anvendelse af loftsareal. Alle lejligheder blev kategoriseret efter type og der blev foretaget en indledende vurdering af, hvor der skulle installeres central og decentral ventilation.



Derefter blev der aflagt fysisk besøg i lejlighederne i ejendommen. Som forventet afveg tegningerne markant fra virkeligheden. På den baggrund revurderedes kategoriseringen og valget af løsning – et omfattende, men afgørende arbejde for at sikre den korrekte løsning både med henblik på mulig placering af



aggregat og de eksisterende føringsveje i den pågældende lejlighed. Desuden skulle det afgøres, om det var muligt at placere et centralt aggregat på loftet. På baggrund af denne indledende kortlægning blev det endeligt besluttet for den enkelte lejlighed hvorvidt der skulle etableres central eller decentral ventilation.

Derefter blev der etableret en demoopgang i Blåmejsesgården. Formålet var at afprøve forskellige løsninger i mindre skala, herunder både central og decentral ventilation, inden udrulning til resten af ejendommen. Beboere fra hele ejendommen fik desuden mulighed for at komme og besigtige de forskellige løsninger. For at indsamle og anvende erfaringerne fra demoopgangen som grundlag for den efterfølgende implementeringsproces blev der udført interviews med de beboerne i demonstrationslejlighederne.

Demoopgangen fik afgørende betydning for det efterfølgende forløb: Både teknisk og antropologisk gav de første erfaringer anledning til tilføjelser til den oprindelige plan. Særligt den antropologiske analyse afdækkede behovet for at tilpasse forløbet til beboernes oplevelse. Generelt manglede beboerne en grundlæggende introduktion til ventilation både i forhold til formål og anvendelse: "Hvis jeg skal gøre noget, så skal jeg have det at vide. Ellers tør jeg ikke røre ved noget". Denne tvivl var særligt udtalt ved uklarhed om processen: "Er de færdige nu? Kommer de igen? Må jeg tage tapen af?". En lige så afgørende faktor var kommunikation, særligt i forhold til tidsplan. Beboerne er som udgangspunkt indstillet på at ting kan ændre sig og er villige til at tilpasse sig dette. Det kræver blot at det bliver meldt tydeligt ud, så de ved, hvad de kan forvente: "Jeg er helt klar over at tidsplanen kan skride. Man kan tilgive meget, hvis bare man får noget at vide. Ellers bliver man bare pissed".

Disse erfaringer udmøntede sig i følgende tilpasninger til processen for installation i resten af ejendommen:

- Ny emhætte-skabsløsning for at undgå sænkede lofter (bygherre og rådgiver krævede supplerende løsning, decentral)
- Pladsformand for løbende kommunikation og kontinuitet – én kontaktperson og dermed tydelig rollefordeling
- Løbende tilpasning af tidsplan
- Målrettede informationsfoldere til beboere om byggeprocessen – hvornår giver det mening at flytte møbler, hvilken proces kan forventes
- Målrettede informationsfoldere om anvendelsen af anlægget
- Mulighed for at beboere selv kan træffe valg for at styrke ejerskabet af løsningen: valg mellem de to decentrale løsninger og valg af armaturer ved den centrale løsning
- Gennemgang af lejlighed med beboer, entreprenør og rådgiver for at sikre korrekt valg af løsning og forståelse for denne

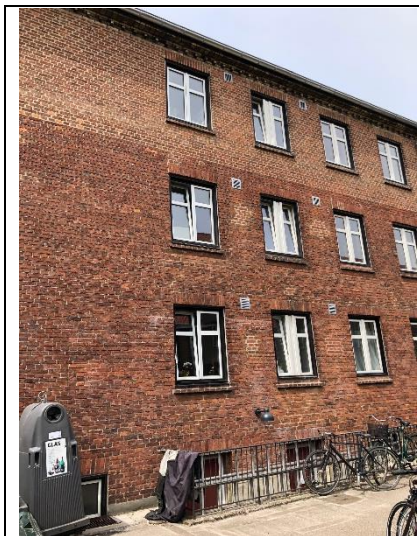
Resultatet var en velfungerende byggeproces, hvor beboerne blev inddraget løbende og fik større ejerskab samt en forståelse for korrekt anvendelse af de installerede løsninger.

Yderligere information om test og udvikling fremgår af bilagsmappe 4:

- **BILAG 19: Demonstration** – Kortlægning og beskrivelse af ventilationsprojekt HERTIL
- **BILAG 20: Etapeoversigt** – og installationstyper iht. lejligheds karakteristika
- **BILAG 21: Central installation** – Tegninger, indregulering, Aflevering, Driftsinstruktion
- **BILAG 22: Decentral køkken** - Tegninger, indregulering, Aflevering, Driftsinstruktion
- **BILAG 23: Decentral gang** - Tegninger, indregulering, Aflevering, Driftsinstruktion



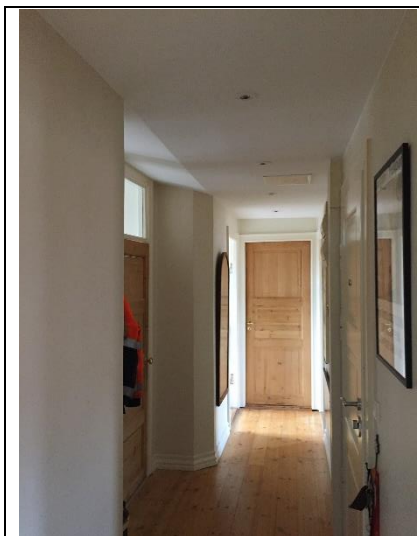
Billeder fra Demonstration



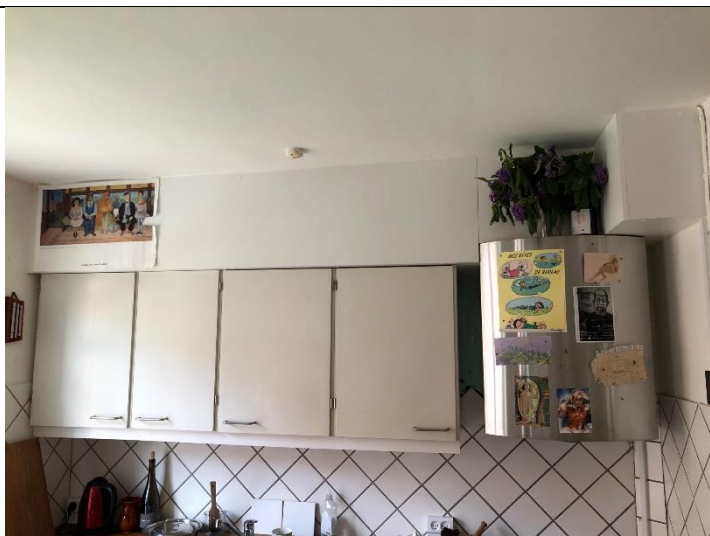
Decentralt indtag i facaden, som oprindelig fadburs rist



Skorstene anvendt som afkast med nye afdækninger



Decentral løsning med aggregat placeret over loft



Decentral løsning med emhætte aggregat



Central løsning med indblæsning via skorsten



Central løsning, udsugning i bad



Aftræk anvendt til decentral som videreføres via trykholderventilator til eksisterende skorsten som fælles afkast



Skorsten anvendt som afkast for decentral løsning



Skorsten anvendt som indblæsning under og afkast over vandret indmuret dæk



Central løsning, Aggregat på loft



Coating af aftræk og skorstene



1.5.6. Formidling

I projektet har der været afholdt en lang række formidlingsaktiviteter som har udgjort temadag, gå-hjem-møder, konferencer og indlæg på konferencer samt en-til-en møder for producenter. Aktiviteterne har i høj grad været afholdt i samarbejde med eller for interessanter for projektets udviklede løsninger, da der har været stor efterspørgsel og interesse for projektets resultater og udviklede løsninger af branchen som helhed; fra kommuner over bygningsejere, til producenter og udførende samt slutbrugere.

Generelt har der været rigtig god evaluering af formidlingen hvilket nedenstående er et eksempel på

Tak for jeres medvirken på Boligdag 12 i Hvidovre og Horsens. Vi har været meget glade for jeres opbakning og engagement. Vi har fået rigtig gode tilbagemeldinger på jeres indlæg, særligt i Horsens hvor jeres indlæg var det der scorede højest blandt dagens forskellige indlæg (4,12 på en <skala fra 1-5).....

Dorte Nørregaard Larsen, Sekretariatsleder, Energiforum Danmark, Paul Bergsøes Vej 6, 2600 Glostrup

I alt er der i projektperioden afholdt over 20 temadage og workshops om projektet og de nyudviklede komponenter og systemer, herunder blandt andet hos;

- 06/11-2011 Energiforum DK (Temadag)
- 06/12-2012 Boligdag 12 - Den sunde bolig (Energiforum Konference Hvidovre)
- 08/12-2012 Boligdag 12 - Den sunde bolig (Energiforum Konference Horsens)
- 2+3/8-2013 Opkvalificeringskursus for faglærere (Ålborg)
- 24/05-2013 Workshop for Københavnskommune om ventilationsløsninger i eksisterende byggeri. Byfornyelse om grønt laboratorium i samarbejde med SBI og Kuben Management
- 21/08-2013 Airmaster (intern temadag for producent)
- 04/09-2013 Intern workshop Københavns Kommune, Byfornyelsen som grønt laboratorium
- 11/11-2013 Renovering og vent.-hvad kan lade sig gøre (Temadag, Energiforum Holstebro)
- 14/11-2013 Renovering og vent.-hvad kan lade sig gøre (Temadag Energiforum Randers)
- 28/11-2013 Ventilation i eks. Ejendomme, Rambøll for projekterende (Temadag)
- 12/12-2013 Innobyg (DTI-konference Tåstrup)
- 13/12-2013 Ventilationsløsninger til eksisterende etageboligbyggeri (temadag) Københavns Kommune, Kuben Management, Sbi og Cenergia
- 05/02-2014 Exhausto Ventilationsdagen (Konference, Odense)
- 12/11-2014 DTU i samarbejde med Exhausto (temadag, Odense)
- 13/11-2014 Århus Uni i samarbejde med Exhausto (Temadag, Odense)
- 11/12-2014 Videncenter for Energibesparelse i bygninger (Temadag)
- 13/01-2015 Exhausto Living Seminar (Gå hjem møde Middelfart)
- 14/01-2015 Exhausto Living Seminar (Gå hjem møde Ålborg)
- 27/01-2015 Blåmejsegården Andelsboligforening generalforsamling; Hvorfor er ventilation vigtigt og hvordan kan det etableres i jeres bolig
- 11/05-2016 Ventilation for håndværkere (efteruddannelse)
- 27/09-2016 Indeklimadagen (konference på DTI/TAA)

Arrangementerne har bidraget til en stærkt stigende efterspørgsel for etablering af ventilation i eksisterende etageejendomme, som ikke var sket uden de afholdte workshops og temadage. Udover den listede formidling ovenfor kan nævnes:



- Der er afholdt møder med en række boligforeninger, boligselskaber og kommuner herunder bl.a. KAB, Lejerbo, Københavns og Frederiksberg kommune.
- En Ph. D. har i slutningen af projektet henvendt sig med ønske om at arbejde videre med projektets resultater.
- Videncenter for Energibesparelser i Bygninger (VEB) hjemmeside bidrager til formidling af tekniske løsninger.
- En del af resultaterne indgår i ventilationstekniske kurser og kurser for energivejledere på Teknologisk Institut

Ligeledes er der for at forankre viden fra projektet i branchen udviklet et nyt 2 dages kursus på Teknologisk Institut med titlen "Ventilation i etageboliger" hvor kursisten igennem teori og praksis ud fra projektets resultater lære om behov, lovgivning og teknik for ventilationsanlæg i etageboliger. Ligesom temadagene er kurset blevet godt modtaget:

*Rigtig godt kursus med dygtige undervisere og mange spændende emner.
Niels Henrik Hansen, Wissenberg A/S, Rådgivende Ingeniører F.R.I.*

Yderligere information om kurset kan findes på teknologisk Instituts hjemmeside via følgende link: <https://www.teknologisk.dk/kurser/ventilation-i-etageboliger/k27337>)" lige som et eksempel på formidlingsaktiviteter fremgår af Bilagsrapport 1 - Udviklet vejledning og formidling, hvor to præsentationer af projektets resultater er vedlagt.

1.5.7. Referencer

BR2008

BR2010

BR2015

BR2018

SBi – Anvisning 216, 2. udgave 2009

SBi – Anvisning 230, 4. udgave 2014

SBi – Anvisning 258, 2. udgave 2016

SBi – Anvisning 272, 1. udgave 2018

DS 447 "Ventilation i bygninger – Mekaniske, naturlige og hybride ventilationssystemer", 3. udgave 2013

DS 428 "Norm for brandtekniske foranstaltninger ved ventilationsanlæg", 4. udgave 2011

Bygningsreglementets eksempelsamling – eksempelsamling om Energi, 2017

Håndbog for Energikonsulenter, 2018



1.6. Udnyttelse af projektræsultater

De tekniske løsninger har givet de enkelte projektdeltagere store konkurrencemæssige fordele:

- **Nilan A/S** udviklede som de første et kompakt aggregat med en meget lav byggehøjde som kunne installeres over loft. De banede vejen for resten af branchen som i dag har tilsvarende produkter. Nilan er dog markedsledende og kan producere til den absolut laveste pris, hvilket bla. har medført at de har bygget en helt ny produktionslinje alene til dette aggregat som sælger særdeles godt. Sidder nu på omkring 50% af det samlede salg af decentrale ventilationsaggregater til etagebyggeri
- **Øland A/S** og **Lindab A/S** deler stort set det samlede marked for kanaler, indblæsnings- og udsugningsarmaturer. Øland kan desuden tilbyde arkitekttegnede lavtryks afkasthætter udformet som "teglstensskorstene" specielt møntet på ældre etageejendomme med teglstenstag og stadsarkitekt klausuler, hvis det ønskes (ikke sat i produktion, men kan bestilles). Ølands indblæsningsarmaturer er på markedet, men aggregatet er taget af markedet pga. for store produktionsomkostninger hvilket også er gældende for de nyudviklede rektangulære kanaler. Projektet har banet vejen for brug af eksisterende produkt (kanal) program på dette nye område, hvor der ikke tidligere blev installeret ventilation med varmegenvinding
- **E-AT A/S** besidder nu en DBI testet løsning (metode) til indvendig coating af eksisterende aftrækskanaler og skorstene. Dertil tilhørende robotter til påføring samt rensning og videodokumentation. Eneste aktør på marked. Projektet har ud over udviklingen sikret dem markedsintroduktion samt tilhørende vækst.
- **JS Ventilation A/S** har opnået en stor ekspertise i etablering af ventilationstekniske løsninger til eksisterende etagebyggeri herunder praktisk erfaring med at anvende coating i stedet for metalkanaler. Desuden et større fokus på brugernes rolle for succesfuld implementering. Dette har givet dem adgang til et marked i stor vækst, etablering af ventilation med varmegenvinding.
- **KAB** og **Blåmejsegården** har ligesom andre boligforeninger fået øjnene op for mulighederne for at etablere ventilation med varmegenvinding i eksisterende etageboliger, særligt når boligerne gøres tættere. Dette kan i nogle tilfælde være mere rentabelt end at rense op for skimmelsvamp og genhuse beboere, som er en udpræget brancheudfordring.

Resultaterne fra projektet i Blåmejsegården har også været anvendt i et tilsvarende projekt i Bellahøj. Den pågældende ejendom i Bellahøj står i disse år for en omfattende renovering af klimaskærmen (facaderenovering) og omfatter hermed også renovering af ventilationen, som i dag er naturlig ventilation inkl. aftrækskanaler. I denne forbindelse har Teknologisk Institut deltaget i kortlægning samt to møderækker (beboermøder) med et deltagerantal begge gange på omkring 50 personer inkl. det rådgivende ingeniørfirma med ansvar for renoveringen. Teknologisk Institut rolle ved disse to beboermøder var følgende:

- Det første møde omhandlede en præsentation af behovet for ventilation, indeklima før og efter renovering af klimaskærm, varmegenvinding, energiforbrug/energibesparelse, lovkrav og ikke mindst *den centrale ventilationsløsning og den decentrale ventilationsløsning*.

Efter det første beboermøde har det rådgivende ingeniørfirma arbejdet videre med mulige løsninger (det er i den forbindelse tankevækkende hvor mange ventilationsforslag der på papiret kan udføres, men ikke i praksis).



- Det andet møde omhandlede en anbefaling helt ned til én ventilationsteknisk løsning og hermed også et fravalg af andre mulige løsninger. Anbefalingen var en decentral ventilationsteknisk løsning med køkkenemhætte integreret i ventilationsaggregatet og brug af de eksisterende aftrækskanaler. Udeluften tages via arkitekttegnede udeluftriste i facaden.

Det rådgivende ingeniørfirma arbejder videre med løsningen og egentlig projektering forestår herefter.



Figuren th. viser en plantegning af en tilfældig etage med lejligheder og eksisterende aftrækskanaler markeret med violet farve. Det er planen, at aftrækskanalerne skal genbruges.

Målgruppe og merværdi:

Samfundsmæssigt er der tale om en betydelig reduktion i miljøbelastningen gennem:

- Varmegenvinding og behovsstyring og dermed energibesparelser til opvarmning af kold friskluft
- Omkostningseffektive løsninger, der giver større incitament til implementering og hurtigere markedsudbredelse
- Et potentiale ved fuldimplementering på 3450 GWh svarende til en reduktion på 35 % af det gennemsnitlige varmeforbrug i den eksisterende etagebolig bygningsmasse

Beboeren/ bygningssejere vil få følgende gevinster:

- Lavere årlige energiomkostninger
- Bedre termisk indeklima + Bedre luftkvalitet (lugt og støv)
- Ingen fugtskader, (ift. naturlig ventilation) fx skimmelsvamp
- Bedre energimærke (i salgsøjemed)

Bygherre og den lokale energiansvarlige:

- Større sikkerhed og bedre beslutningsgrundlag for reovering på ventilationsområdet
- Færre beboerklager over træk og fugt

Arkitekt- og Ingeniørfirmaet, energikonsulenter:

- Værktøj til projektering, forventet investering og energibesparelse

Finansieringsinstitutter:

- Afprøvede systemløsninger med dokumenterede besparelser og forventede omkostninger



1.7. Projektets konklusion og perspektivering

Der er bred enighed i branchen om at projektet har banet vejen for etablering af ventilation med varmegenvinding i eksisterende etageejendomme, ligesom det har fået det accepteret og gjort som en naturlig og meget væsentlig del af renoveringsbeslutningsprocessen hos boligselskaberne

Produkterne listet tidligere i rapporten, er demonstreret og allerede installeret i over 4500 boliger. Resultaterne anvendes på markedet og systemløsningerne udmærker sig ved at anvende eksisterende føringsveje, acceptable pladskrav, god funktionalitet og skalerbarhed.

Projektet har udviklet adskillige vejledninger (guides) med anvisninger på hvorledes der kan etableres central- eller decentral ventilation i eksisterende etagebyggeri. Disse vejledninger kan hentes på Videncenter for Energibesparelser i Bygninger (VEB) hjemmeside: <https://www.byggeriogenergi.dk/>

Disse vejledninger benyttes allerede som undervisningsmateriale på diverse ventilationstekniske kurser afholdt på Teknologisk Institut.

Projektet har udviklet nye tekniske ventilationsløsninger tilpasset eksisterende byggeri og nyt byggeri.

Renoveringsopgaverne *Blåmejssegården* og *Bellahøj* har også tilført projektet en meget værdifuld viden angående den renoveringsproces, der uundgåelig involverer beboerne i byggeriet. Hvis man får startet forkert, informerer mangelfuldt etc. kan processen blive op ad bakke og møde meget modstand fra beboerne.

I forbindelse med en planlagt renovering af eksisterende byggeri som også omfatter ventilationsanlægget har der nok været en tendens til at sælge ventilationsløsningen ved brug af følgende to "oplagte" argumenter:

- Den nye ventilationsløsning sparer energi og hermed penge. Sagt med andre ord vil beboerne kunne "mærke det på pengepungen".
- Den nye ventilationsløsning giver et bedre indeklima end den eksisterende ventilation (typisk naturlig ventilation)

Begge argumenter kan faktisk anfægtes set ud fra et beboersynspunkt. Flere beregninger og gennemførte projekter har vist relative lange TBT-tider, hvor det første argument hermed falder lidt til jorden. Det er ikke givet at den nye ventilationsløsning pr. definition giver et bedre indeklima. Hvis beboerne generelt er meget godt tilfreds med indeklimaet, hvad giver ventilationsløsningen yderligere af merværdi for beboerne?

Babette Peulicke Slott, Energiantropolog, Energi og Klima, Teknologisk Institut udtaler følgende med baggrund i Bellahøj renoveringsprocessen (to afholdte beboerhøringsrunder):

"Installation af ventilationsanlæg i eksisterende byggeri kræver en særlig indsats i forhold til beboerne. Ofte vil disse have begrænset eller ingen erfaring med ventilation i boliger og hvilke krav det stiller til brugen. Det er derfor afgørende at beboerne inddrages tidligt i processen for at udnytte de tekniske løsninger bedst muligt. Beboerne bør derfor introduceres til følgende:

- Ventilation: Grundlæggende formål



- Præsentation af projekt herunder mulige udfordringer og kommunikation
- Hvad skal der ske: Gennemgang af processen fra beboernes perspektiv. Hvad skal gennemføres, i hvilken rækkefølge og hvad forventes af beboeren.
- Evt. hvilke løsninger beboeren kan vælge imellem
- Kommunikationskanaler og kontaktinformationer ”

I tilknytning til disse observationer kan fremføres følgende supplerende kommentarer:

- I forbindelse med omfattende reovering af klimaskærmen bliver klimaskærmen (og hermed boligen) meget tæt. Den eksisterende ventilation vil ikke i alle tilfælde kunne ventilere tilstrækkeligt og risikoen for skimmelvækst/svampevækst bliver hermed større.
- I forbindelse med omfattende reovering af klimaskærmen er det lovmæssigt et krav, at andre reoveringstiltag også undersøges
- Der er samfundsmæssigt en energigevinst ved at konvertere fra naturlig ventilation uden varmegenvinding til ventilation med varmegenvinding. Bygningen vil også få et bedre energimærke
- Der kan i flere tilfælde opnås et bedre termisk indeklima, da den indblæste ude luft forvarmes i modsætning til naturlig ventilation uden forvarmning

Og at denne etablering af ventilation med varmegenvinding i eksisterende etageejendomme kan gennemføres på en rentabel og brandteknisk acceptabel måde igennem brug af de i projektet udviklede systemløsninger ved brug af eksisterende føringsveje med både centrale og decentrale løsning, afhængigt af byggeskikken i den pågældende ejendom.



1.8. Bilagsrapporter oversigt

Oversigt over tilhørende bilagsrapporter. Rapporter fremsendes gerne på opfordring.

Bilagsrapport 1 - Udviklet vejledning og formidling

- **BILAG 01: Valg af løsning:** "GUIDE – Ventilation med varmegenvinding i eksisterende etageejendomme".
- **BILAG 02: Krav til løsning:** "Energiløsning – **Central** ventilation med varmegenvinding".
- **BILAG 03: Krav til løsning:** "Energiløsning – **Decentral** ventilation med varmegenvinding".
- **BILAG 04: Beboerguide før installation:** "Ventilation er nødvendig, når der tættes"
- **BILAG 05: Beboerguide efter installation:** "Få mere ud af din boligs ventilationsanlæg **Central ventilation**".
- **BILAG 06: Beboerguide efter installation:** "Få mere ud af din boligs ventilationsanlæg – **Decentral ventilation**".
- **BILAG 07: Formidlingsaktiviteter** og eksempler på præsentationer
- **BILAG 08: Baggrund** – Ansøgning, Indledende overvejelser, studieture og byggeskik kortlægning.

Bilagsrapport 2 - Udviklede systemer

- **BILAG 09:** Udvikling og test af NILAN ventilationsanlæg
- **BILAG 10:** Udvikling og test af ØLAND ventilationsanlæg.
- **BILAG 11:** Udvikling og test af ØLAND kombineret luftafkast/indtag indbygget i traditionel skorstenstop.

Bilagsrapport 3 - Udviklede delkomponenter

- **BILAG 12:** Brandsikring af eksisterende aftrækskanaler med coating
- **BILAG 13:** Optimering af eksisterende ØLAND ventilationskanaler
- **BILAG 14:** Udvikling og test af ØLAND indblæsningsarmatur samt udsugningsventil med automatisk flowregulering.
- **BILAG 15:** Værktøj – Ventilationsberegneren.

Bilagsrapport 4 - Demonstration i 180 lejligheder, Blåmejsgården*

- **BILAG 19: Demonstration** – Kortlægning og beskrivelse af ventilationsprojekt HERTIL
- **BILAG 20: Etapeoversigt** – og installationstyper iht. lejligheds karakteristika
- **BILAG 21: Central installation** – Tegninger, indregulering, Aflevering, Driftsinstruktion
- **BILAG 22: Decentral køkken** - Tegninger, indregulering, Aflevering, Driftsinstruktion
- **BILAG 23: Decentral gang** - Tegninger, indregulering, Aflevering, Driftsinstruktion
- **BILAG 24: Billeder fra demonstration**

- **BILAG 25: Eksempel på anvendelse af resultater** – Løsningsforslag til renovering af ventilations-system i etagebyggeri, **Bellahøj husene**.

* Hver af bilag 19-22 under Bilagsrapport 4 udgør en selvstændig bilagsmappe med tilhørende underbilag



INDHOLDSFORTEGNELSE BILAGSRAPPORT 1 – Udviklet vejledning og formidling

- **BILAG 01: Valg af løsning:** "GUIDE – Ventilation med varmegenvinding i eksisterende etageejendomme".
- **BILAG 02: Krav til løsning:** "Energiløsning – **Central** ventilation med varmegenvinding".
- **BILAG 03: Krav til løsning:** "Energiløsning – **Decentral** ventilation med varmegenvinding".
- **BILAG 04: Beboerguide før installation:** "Ventilation er nødvendig, når der tættes"
- **BILAG 05: Beboerguide efter installation:** "Få mere ud af din boligs ventilationsanlæg **Central ventilation**".
- **BILAG 06: Beboerguide efter installation:** "Få mere ud af din boligs ventilationsanlæg – **Decentral ventilation**".
- **BILAG 07: Formidlingsaktiviteter** og eksempler på præsentationer
 - o 01 Oversigt
 - o 02 Eksempel Temadag
 - o 03 Eksempel Undervisning
 - o 04 Udviklet kursus
- **BILAG 08: Baggrund:** Ansøgning og Indledende overvejelser.
 - o 01 Ansøgning
 - o 02 Indledende overvejelser
 - o 03 Kortlægning af byggeskik (studieture)
 - o 04 Billeder fra studieture



INDHOLDSFORTEGNELSE BILAGSRAPPORT 2 – Udviklede systemer

- **BILAG 09: Udvikling og test af NILAN ventilationsanlæg**
 - o 01: Kravspecifikation, udvikling af Comfort150-Loft
 - o 02: Tegning af Comfort150-Loft
 - o 03: Oversigt over endelig test
 - o 04: Testrapport - Recair veksler
 - o 05: Testrapport - Klingenburg veksler
 - o 06: Testrapport - PHI-Certifikat
 - o 07: Produktdatablad
 - o 08: Produktdatablad - Emhætteløsninger
 - o 09: Montagevejledning
 - o 10: Montagevejledning - Med Brandautomatik
 - o 11: Softwarevejledning – Comfort150
 - o 12: Softwarevejledning - Modbus
 - o 13: Brugervejledning CTS150
 - o 14: Brugervejledning_CTS602 LIGHT
 - o 15: Brugervejledning_CTS602_Projekt-Brand_DK
 - o 16: Projekteringsguide-lejligheder

- **BILAG 10: Udvikling og test af ØLAND ventilationsanlæg.**
 - o 01: First draft design af AHU, Tegning
 - o 02: First design af AHU, Foto
 - o 03: Udvikling og testforløb
 - o 04: Test, Afsluttende veksler test 4, L=700mm
 - o 05: Test, Afsluttende veksler test 5, L=1000mm
 - o 06: Endelig testrapport Øland AHU 250 M EC
 - o 07: Produktdatablad
 - o 08: Vejledning for montering, drift og vedligeholdelse
 - o 09: Tegning Mål
 - o 10: Tegning Aggregat_AHU-250-M_1
 - o 11: Tegning Montagesvingningsdæmper
 - o 12: Markedsføringsartikel; Styr dit eget indeklima

- **BILAG 11: Udvikling og test af ØLAND kombineret luftafkast/indtag indbygget i traditionel skorstenstop.**
 - o 01: Designovervejelser
 - o 02: Test og udviklingsrapport 1
 - o 02: Test og udviklingsrapport 2
 - o 04: Tegninger af endeligt design
 - o 05: Datablad_SK_AI_720_Datablad_4.korr



INDHOLDSFORTEGNELSE BILAGSRAPPORT 3 – Udviklede delkomponenter

- **BILAG 12: Brandsikring af eksisterende aftrækskanaler med coating**
 - o 01: Designkriterier, Brandnotat
 - o 02: Designkriterier, Kanalsystemer til ventilationsanlæg
 - o 03: Designkriterier, Plast Kanaler til ventilationsanlæg
 - o 04: Real life test, Storbrand I Valby
 - o 05: Test, Brandteknisk vurdering af aftrækskanal med coating før test
 - o 07: Test, setup
 - o 08: Test, tilbud
 - o 09: Test, Produktblade på materiale
 - o 10_Test, TI notat fra brandtest
 - o 11_Test, Prøvningsrapport_PHA10292_2015_03_27
 - o 12_Test, Brandtekniske bedømmelse_PHA10668A_final

- **BILAG 13: Optimering af eksisterende ØLAND ventilationskanaler**
 - o 01: Designkriterier
 - o 02: Lækagetest kanal og tætningsliste
 - o 03: Udvikling og testrapport
 - o 04: Endelig pakning, version 6

- **BILAG 14: Udvikling og test af ØLAND indblæsningsarmatur samt udsugningsventil med automatisk flowregulering.**
 - o 01: Målerapport, Støj
 - o 02: Målerapport, kapacitet
 - o 03: Justeringsgaffel
 - o 04: Justeringsgaffel, nærbillede
 - o 05: Datablad, Indblæsningsarmatur i murstensmål, SV-2-B-H
 - o 06: Datablad, Udsugningsventil med temperatur og flow regulering, KSO_M_TH

- **BILAG 15: Værktøj – Ventilationsberegneren.**
 - o 01: Ventilationsberegneren præsentation



INDHOLDSFORTEGNELSE BILAGSRAPPORT 4 – Demonstration, Blåmejsgården

- **BILAG 19: Demonstration** – Kortlægning og beskrivelse af ventilationsprojekt HERTIL
 - o **01 Beskrivelse**
 - o 02 Beskrivelse Overordnet beskrivelse af installation
 - o 03 Ansøgning Brev vedr. dispensationer
 - o 04 Internt notat Brandtekniske afklaringer
 - o 05 Overslag årligt energiforbrug
 - o 06 Tilbud Demoopgang
 - o **07 Yderligere beskrivelse**
 - o 08 Bilag 0A VEB ventilationsguide
 - o 09 Bilag 0B VEB Energiløsning decentral-ventilation
 - o 10 Bilag 0C VEB Energiløsning central-ventilation
 - o **11 Tegninger**
 - o 12 Bilag 1A, B, C, D Lejlighedstyper - Plantegning m. mark
 - o 13 Bilag 2A, B, C Vent loftplan teg. m/u mark. af udvidelser
 - o 14 Bilag 3 Planer med placering af køkkener
 - o 15 Bilag 4 Placering af riste - Facadetegning + Billede
 - o **16 Dokumentation**
 - o 17 Bilag 5A, B,C ,D, E , F De-centrale aggregater NILAN Comf. CT 150
 - o 18 Bilag 6A, B, C, D, E Centrale aggregater Nilan VP 1200
 - o 19 Bilag 7 Centrale aggregater - Energiberegning
 - o 20 Bilag 8A, B, C CTS - Eksempler
 - o 21 Bilag 9 Coatning - Brandrapport
 - o **22 Tilvalg**
 - o 23 Bilag 10 Tilvalg - Emhætteløsninger
 - o **24 Specielle forhold** **Udvidelser og sammenlagte lejligheder**
 - o 25 Bilag 11A Sammenlagte lejligheder (Tabel)
 - o 26 Bilag 11B Udvidelser evt. ekstra 21, 2.tv + 71, 2.tv
 - o 27 Bilag 11C Udvidelseslejlighed - 3, 2.th.
 - o 28 Bilag 11D Udvidelseslejlighed - 9, 2.th.
 - o 29 Bilag 11E Udvidelseslejlighed - 10, 2.tv.
 - o 30 Bilag 11F Udvidelseslejlighed - 21, 2.th.
 - o 31 Bilag 11G Udvidelseslejlighed - 24, 2.tv.
- **BILAG 20: Etapeoversigt – og installationstyper iht. lejligheds karakteristika**
 - o Etape 1
 - o Etape 2
 - o Etape 3
 - o Etape 4
 - o Etape 5
 - o Etape 6
 - o Etape 7
 - o Etape 8



- **BILAG 21: Central installation** – Tegninger, indregulering, Aflevering, Driftsinstruktion
 - o 01: Komponentspecifikation
 - o 02: Datablade
 - o 03: Brand
 - o 04: Isolering
 - o 05: Målerapporter
 - o 06: Drift og vedligehold
 - o 07: Tegninger

- **BILAG 22: Decentral køkken** - Tegninger, indregulering, Aflevering, Driftsinstruktion
 - o 01: Komponentspecifikation
 - o 02: Datablade
 - o 03: Brand
 - o 04: Isolering
 - o 05: Målerapporter
 - o 06: Drift og vedligehold
 - o 07: Tegninger

- **BILAG 23: Decentral gang** - Tegninger, indregulering, Aflevering, Driftsinstruktion
 - o 01: Komponentspecifikation
 - o 02: Datablade
 - o 03: Brand
 - o 04: Isolering
 - o 05: Målerapporter
 - o 06: Drift og vedligehold
 - o 07: Tegninger

- **BILAG 24: Billeder fra demonstration**

- **BILAG 25: Eksempel på anvendelse af resultater** – Løsningsforslag til renovering af ventilations-system i etagebyggeri, **Bellahøj husene**.
 - o 01 Løsningsvalg Bellahøj AAB afdeling 40
 - o 02 Presentation af løsningsvalg



TEKNOLOGISK
INSTITUT