

# DEN NYE KAKKELOVNSKROG

**DEMONSTRATIONSPROJEKT**

**ABSALONSGADE 24**

Rapport ♦ Sept. 2003 ♦ Byens Tegnesteue ♦ Stig Lindholm

sag	<b>Den nye kakkelovnskrog – Absalonsgade 24</b>	dato	Sept. 08
emne	Rapport	side	1

## **Indholdsfortegnelse:**

- 0. Forord
  - 1. Projektresumé
  - 2. Fakta om projektet
  - 3. Projektbeskrivelse
    - Baggrund
    - Formål
    - Målgruppe
  - 4. Forsøgsprocessen
    - Beskrivelse af systemet/radiatoren
    - Beskrivelse af byggeprocessen
  - 5. Projektets resultater
    - Æstetisk vurdering
    - Vurdering af målinger
    - Anlægsudgifter/drift (vurderet i forhold til traditionelle anlæg)
  - 6. Erhvervsmæssig perspektivering
- 
- Bilag 1 Notat vedr. målinger, By og Byg, 23. august 2002.
  - Bilag 2 Tegninger 1:100 af Absalonsgade 24.
  - Bilag 3 Tegninger af radiatoren 1:10.
  - Bilag 4 Brugervejledning.
  - Bilag 5 “Anvendelse af skorstene i ældre etageboliger til friskluftindtag” - en forundersøgelserapport, marts 1998

sag	<b>Den nye kakkelovnskrog – Absalonsgade 24</b>	dato	Sept. 03
emne	Rapport	side	2

## Forord

Vinteren 1996/97 udskrev Byfornyelse København og teknologirådet en konkurrence om "Design af miljørigtige bygningsdele i byfornyelsen" I april 1997 blev projektforslaget "Den nye kakkelovnskrog" udarbejdet af Byens Tegnestue og ingeniør Stig Lindholm tildelt 1. præmie for et forslag til et kombineret varme- og ventilationsanlæg med centralt placerede radiatorer.

Byens Tegnestue og Ingeniør Stig Lindholm udarbejdede efter konkurrencen en forundersøgelse for at afklare de eksisterende skorstenes anvendelighed til projektet, se "Anvendelse af skorstene i ældre etageboliger til friskluftindtag", marts 1998.

Byfornyelse København havde allerede på dette tidspunkt et demonstrationsprojekt i gang med centralt placerede radiatorer. Dette blev rettet til, så det kan betragtes som generation 1 i udviklingen af varme- og ventilationsanlæg med centralt placerede radiatorer. (Projektet blev udført på arbejderboligerne, Vigerslev Allé i Valby, se rapporten "Industrielt design og udvikling af centralt placerede varmeanlæg", September 1998).

I september 1998 godkender Boligministeriet nærværende demonstrationsprojekt, som er en afprøvning af demonstrationsprojektet i forbindelse med en byfornyelse af ejendommen Absalonsgade 24 på Vesterbro i København. Byggeriet blev udført i 2000.

Projektleder for udviklingsprojektet er Byfornyelse København, ved Helle Drechsel. Projektgruppen består foruden projektlederen, af Byens Tegnestue, ved arkitekt Jens Harild og Ingeniørfirmaet Stig Lindholm.

Projektets følgegruppe har været:  
 Civilingeniør Niels Bergsøe, By og Byg  
 Arkitekt Ole Svensson, By og Byg  
 John Sandersen, Ribe Jernindustri  
 Klaus M. Hansen, Claus E Gregersen  
 Kjeld Christiansen, Dominia  
 Ole Iversen, Ai-gruppen  
 Niels Herskind, Byens tegnestue  
 Christian Duch, Byfornyelse København

Civilingeniør Niels Bergsøe, By og Byg har foretaget efterfølgende målinger af temperatur, ventilation og fugtforhold i ejendommen.

København februar 2003

sag	<b>Den nye kakkelovnskrog – Absalonsgade 24</b>	dato	Sept. 03
emne	Rapport	side	3

## 1. Projektresumé

Temaet i demonstrationsprojektet var at afprøve muligheder og konsekvenser ved et kombineret varme og ventilationsanlæg med centralt placerede radiatorer i forbindelse med etablering af nye varmeanlæg i etageejendomme, specielt ved byfornyelse af ældre etageejendomme.

Det overordnede mål for den oprindelige arkitektkonkurrence og senere demonstrationsprojektet var at udvikle veldesignede miljøvenlige bygningsdele. I dette tilfælde et smukt energivenligt varme- og ventilationsanlæg.

Udgangspunktet var dels de skæmmende radiatorer og varmerør foran ofte fine vinduespaneler, som man ser ved nyetablerede centralvarmeanlæg i ældre ejendomme, dels de problemer ventilationsanlæg giver med træk, støj og højt energiforbrug.



”Den nye kakkelovnskrog” i Absalonsgade 24.

De vigtigste temaer, der skulle afprøves, var udvikling af en veldesignet radiator, om varmerør og ventilationsrør rent fysisk kan rummes i skorstenen, om varmfordeling ved placering af radiatorer ved skorsten midt i boligen er god nok, om ventilationen giver støj- eller trækproblemer, samt om etablerings- og driftsomkostningerne kan konkurrere med traditionelle anlæg.

Ved at tage udgangspunkt i en traditionel billig masseproduceret radiator, blev anlægsomkostningerne for radiatoranlægget holdt nede. Ved at forlænge radiatorens

sag	<b>Den nye kakkelovnskrog – Absalonsgade 24</b>	dato	Sept. 03
emne	Rapport	side	4

forplade og designe en speciel radiatorrist, havde man et design, der passede til et hjørne, som de fleste radiatorer står i.

Demonstrationsejendommen er en byfornyelsesejendom på Vesterbro med én opgang og 12 stk 3-værelses lejligheder á 62 m<sup>2</sup>. Ejendommen er særdeles velegnet til forsøget, med én centralt placeret skorsten, der havde betjent alle 3 værelser pr lejlighed.

Varmerør og ventilationsrør kunne uden problemer indpasses i skorstenene.

Anlægsudgiften for radiatoranlægget svarer nogenlunde til et traditionelt anlæg. Føringsvejene er billigere, til gengæld er der gjort mere ud af radiatorens design. Ventilationsanlægget er dyrere i anlæg, da det er mere omfattende. Varmegenindvindingen er et ekstra element i forhold til et normalt udsugningsanlæg. Om denne ekstra udgift svarer til besparelsen på varmen, kan vi med vort talmateriale ikke sige med sikkerhed.

Målinger af temperatur- og fugtforhold viser normale forhold, dvs svarende til forhold ved traditionelle anlæg. Der blev konstateret at der sker luftoverførsel mellem lejlighederne, men årsagen kunne ikke afdækkes.

Radiatoranlægget har helt klart en højere kvalitet end et traditionelt anlæg – æstetisk og funktionelt. Det er lidt dyrere, men udgiften spares ind indenfor 10 år.

sag	<b>Den nye kakkelovnskrog – Absalonsgade 24</b>	dato	Sept. 05
emne	Rapport	side	5

## 2. Fakta om projektet

### **Tidsforløbet:**

April 1997 Konkurrence om Design af miljørigtige bygningsdele i byfornyelsen afgøres.

Marts 1998: Rapport om Anvendelse af skorstene i ældre etageboliger til friskluftindtag.

August 1998: Prissat projektforslag for byfornyelse og demonstrationsprojekt i Absalonsgade 24 godkendes af kommunen.

September 1998: Ansøgning om midler til udførelse af demonstrationsprojektet godkendes af Boligministeriet.

Januar 1999: Samarbejde med Ribe Jernindustri om udvikling af radiatorer igangsættes.

Juni 1999: Prototype på radiator færdig.

Juni 1999: Licitation

Januar 2000: Byggeri igangsættes.

Oktober 2000: Følgegruppemøde.

Oktober 2000: Byggeri afleveres.

April 2002: Målinger gennemføres af By og Byg.

### **Demonstrationsprojektets deltagere:**

Ribe Jernindustri havde produceret radiatorer til 1. generationsprojektet på Vigerslev Allè, hvorfor det var naturligt at involvere dem i 2. generation også. Det viste sig at de havde et produkt der passede til projektet, de har derfor været med i udviklingen af prototypen på radiatoren, og senere produceret radiatorer til anlægget i Absalonsgade 24.

Claus E Gregersen vandt licitationen og har været hovedentreprenør på byfornyelsen og demonstrationsprojektet. Jagtvejens vvs var underentreprenør for CEG vedrørende vvs-entreprisen.

Fra start involveredes Per Aarsleff i projektet, idet deres ”Strømpelining” var foreslået anvendt i konkurrenceprojektet til foring af de gamle skorstene, der skulle fungere til ventilationsindtag. De har også udført strømpeliningen på Absalonsgade 24.

### **Absalonsgade 24**

Demonstrationsprojektet er udført på ejendommen Absalonsgade 24, som ligger på indre Vesterbro i København. Ejendommen er ejet af en andelsboligforening og alle lejligheder er andele. Ejendommen er opført i 1871 og har een opgang med 12 stk 3-værelsesboliger.

sag	<b>Den nye kakkelovnskrog – Absalonsgade 24</b>	dato	Sept. 08
emne	Rapport	side	6

Ejendommen ligger i en karrè (Skydebanekarreen), hvor der foreligger en udarbejdet og besluttet byfornyelsesplan. Byens Tegnastue er rådgivere for ejendommen.

Ejendommen var velegnet til demonstrationsprojektet, idet alle lejligheder skulle indrettes med nye baderum og køkkener, og i hver lejlighed er der een centralt placeret skorsten, der betjener 3 værelser i hver bolig. Endvidere er alle 3 værelser i hver lejlighed udstyret med nogle meget smukke paneler på ydervæggene, der æstetisk ville være problematiske at placere varmeapparater og -rør på.



Absalonsgade 24.



Gårdfacade.

sag	<b>Den nye kakkelovnskrog – Absalonsgade 24</b>	dato	Sept. 07
emne	Rapport	side	7

### 3. Projektbeskrivelse

Projektet er et kombineret varme- og ventilationsanlæg, hvor varmen fra ventilationsluften indvindes i en krydsvarmeveksler og den friske forvarmede luft sendes gennem de gamle skorstene ind i boligerne. Ved at lade den forvarmede friske luft passere gennem en radiator placeret ved skorstenen bliver boligerne varmet op. De gamle skorstene benyttes også til føring af stigeledninger for varmerør.

Målet med nærværende demonstrationsprojekt var at udvikle teknikken i at bruge den eksisterende skorsten som kanal for friskluftindtag, samt at videreudvikle designet af selve radiatoren, som inventar i boligen. De vigtigste effekter af denne type anlæg er at:

1. varmeudgifterne falder,
2. trækproblemer i forbindelse med almindelige ventilationsanlæg minimeres,
3. kvaliteten af friskluftindtaget/luftudskiftningen forbedres,
4. de skæmmende radiatorrør mv omkring vinduer forsvinder.

#### **Baggrund for projektet**

I de ældre ejendomme indlægges i forbindelse med byfornyelse/modernisering mekanisk ventilationsanlæg for at forbedre luftskiftet. Dette medfører en række problemer, hvoraf de væsentligste er: der forgår et stort varmetab ved at sende store mængder opvarmet luft ud, det er svært at styre luftindtaget (der opstår undertryk og dermed trækproblemer i boligerne, selvom isolering forbedres væsentligt), der kommer grimme rør på meget synlige steder omkring vinduerne, ved gennemføringerne i etagedæk opstår lydproblemer.

Hovedideen i projektet er at genbruge varmen fra ventilationsluften ved at føre den gennem en krydsvarmeveksler på loftet, og derfra sende frisk opvarmet luft ned gennem de eksisterende skorstene og ud i boligen. Ved at placere radiatorerne ved skorstenene bliver luften yderligere opvarmet inden den cirkulerer gennem boligen og ud igen gennem ventilationventiler i bad og emhætte i køkken.

Nedenstående teser blev opstillet inden demonstrationsprojektet blev udført:

50% energibesparelse i forhold til en almindeligt byfornyet ejendom. Krydsveksleren genindvinder op til 70% af varmen fra ventilationsluften. I store dele af året vil anlægget være selvforsynende.

Trækproblemerne forsvinder, fordi luftindtaget kan kontrolleres, så der kan etableres et lille overtryk i boligen.

De gamle skorstene udnyttes og holdes i funktion. Efter indlæggelse af traditionelt centralvarmeanlæg står de gamle skorstene tilbage ubrugte og giver ofte problemer med træk, lugt og fugt, samt med løbesod.

sag	<b>Den nye kakkelovnskrog – Absalonsgade 24</b>	dato	Sept. 08
emne	Rapport	side	8

Isolering mod trafikstøj forbedres. De fleste byfornylsesejendomme ligger i støjbelastede områder (specielt trafikstøj). Ved at få friskluft-indtaget gennem skorstenen kan åbninger og ventiler i facader og vinduer undgås og dermed støj gennem disse, og det æstetiske problem med montering af nye friskluftventiler i de ældre ejendommers facader undgås.

De panelbeklædte vindueslysninger bevares. De æstetiske problemer med den normale radiatorplacering under vinduerne løses. De ældre ejendommers smukke paneler bevares synlige, og skæmmende rørføringer, op og ned af vægge og paneler samt gennem stukke, undgås. Ved at lægge varmerørerne ind i skorstenen undgås helt synlige rørføringer. Når radiatorskiver fjernes fra vinduesbrystninger forbedres vindueslysningernes mikroklima. Udtørring og ødelæggelse af træværk undgås, samtidig forbedres planters fugtforhold.

Støjproblemer mellem boligerne i forbindelse med rørgennemføringer gennem etagedæk i stuer og soveværelser forsvinder.

Lugtproblemer mellem boligerne mindskes. P.g.a. undertrykket i boligerne kan der sive luft fra bolig til bolig gennem sprækker og rørgennemføringer med lugtproblemer til følge.

Man udnytter ejendommens oprindelige varmeanlægs struktur og bevarer "kakkelovnskrogen" på en ny og effektiv måde.

Økonomien forbedres. Radiatoranlægget bliver billigere (kun een radiator i hvert rum mod normalt een under hvert vindue). Ventilationsanlægget bliver i anlæg mere omfattende og dyrere, men dette opvejes af varmebesparelsen. Reparationsarbejderne i boligen omkring skorstenene er ikke væsentligt anderledes, end de arbejder der normalt udføres ved nedlæggelse af petroleums- og brændeovne.

Centralvarmeanlægget forbedres. Ved at føre radiatorstigsstrengen i ubrudte pexrør direkte mellem boligen og kælderen kan alle varmemålere placeres her. Dette giver nemmere aflæsning og mulighed for mere præcis styring af varmeanlægget.

Hvis der samtidig efterisoleres, som man normalt gør i byfornylsesejendomme, dvs brystninger isoleres og vinduer får U-værdi på 1,2-1,4, vil der ikke være komfortproblemer med kuldenedslag fra vinduer. Den forbedrede varmefordeling i boligerne betyder, at radiatorskiver i køkkener og baderum ikke er nødvendige.

### **Demonstrationsprojektets formål**

Demonstrationsprojektet kan ses som et 2. generationsprojekt, idet man bygger videre på de erfaringer, som høstes i forbindelse med demonstrationsprojektet "Centralt placerede varmeanlæg". I dette projekt indgår ikke brug af eksisterende skorstene til føring af varmerør.

sag	<b>Den nye kakkelovnskrog – Absalonsgade 24</b>	dato	Sept. 09
emne	Rapport	side	9

Nærværende demonstrationsprojekts formål, er at vise at kombinationen af brugen af de gamle skorstene til friskluftindtag og føring af varmerør til centralt placerede radiatorer giver reduceret varmeforbrug, bedre luft /ventilation i boligen, bedre lydisolering og samtidig en æstetisk mere tilfredsstillende varmeinstallation. På længere sigt forventes også at installationomkostningerne til varmeanlægget vil blive lavere end til traditionelle varmeanlæg.

De konkrete tekniske mål er at afprøve renoveringen af skorstenene med en "strømpe", så de kan anvendes til ventilationskanaler og føring af varmerør.

Derudover ønskes at videreudvikle og få igangsat produktionen af en velegnet, såvel teknisk som æstetisk, radiatortype.

Endvidere ville man udvikle filtre til ventilationsindtaget, så den friske luft bliver af endnu højere kvalitet. Der vil både blive arbejdet med centralt placerede filtre ved ventilator på loft, og med decentrale filtre i de enkelte lejligheder, måske som specielle filtre til eventuelle allergikere.

De øvrige tekniske dele af anlægget er afprøvede standardelementer, såsom pexrør med fittings til varmerør og ventilationsanlægget.

### **Målgruppe**

Den primære målgruppe er rådgivere, entreprenører, producenter og håndværkere i byfornyelsen, og sekundært dermed også de øvrige aktører i byfornyelsen, såsom byfornylsesselskaber og ejere af ejendomme.

Men vi ser også at erfaringerne med systemet kan bruges indenfor nybyggeri i en måske endnu mere rationel udformning, så aktørerne ved nyt boligbyggeri er også en potentiel målgruppe.

sag	Den nye kakkelovnskrog – Absalonsgade 24	dato	Sept. 09
emne	Rapport	side	10

## 4. Forsøgsprocessen

Demonstrationsprojektet består byggeteknisk af et varmeanlæg tilsluttet fjernvarme og et ventilationsanlæg med indtag og udsug og genindvinding af varmen fra ventilationsafkastet til luftindtaget.

Ved udarbejdelsen af ideprojektet forventedes, at man var nødt til at udvikle en speciel lyd- og brandsluse ved luftindtaget til hver enkelt lejlighed. Det viste sig, at der ikke var noget myndighedskrav om dette.

Ud over den specielle sammenstilling af de tekniske komponenter var der dele, der skulle udvikles. Det var primært nedenstående:

- Udvikling/design af en radiator, der skulle placeres inde i boligen i stedet for under et vindue.
- omdannelse/foring af det eksisterende skorstensrør til friskluftkanal.
- Føring af radiatorrør i skorstenen.

### **Radiator:**

Radiatoren skulle udvikles og afprøves inden projektet blev udført. De andre dele kunne først afprøves i forbindelse med udførelsen.

Da Ribe Jernindustri havde været med til at udføre systemets 1. generation var det naturligt at involvere denne producent igen. Et af formålene med projektet var at udvikle en radiator, der prismæssigt kunne accepteres til brug i støttede byfornyelsesejendomme. Man tog derfor udgangspunkt i at radiatoren skulle kunne produceres på fabrikkens samlebånd. En radiator, der uden større omkostninger kunne indgå i fabrikkens program. Ved at arbejde med frontpladen på radiatoren kom man frem til et enkelt design, der kunne indplaceres i et hjørne.

Fabrikken havde sammen med et svensk firma et produkt der styrede friskluftindtag gennem facaden bag radiatoren, når denne er ophængt på udvendig væg under et vindue. Dette ventilationssystem viste sig uden større ændringer at kunne bruges, som kobling mellem ventilationen friskluft tilførslen gennem skorstenen – og radiatoren.



Prøveradiator uden rist.

Prøveradiator med filter taget op.

sag	<b>Den nye kakkelovnskrog – Absalonsgade 24</b>	dato	Sept. 08
emne	Rapport	side	11

Der udførtes en prøve som blev ophængt primært for at afprøve det visuelle design. Forskellige riste blev afprøvet. Prøven viste at den forlængede forplade uden problemer skjulte radiatorens termostatventil, selvom den monteredes på traditionel vis og uden det gik ud over betjeningen. Derfor var det ikke nødvendigt at udforme speciel termostatventil eller betjeningspanel, som ville fordyre radiatoren.



Ventil på radiatorprøve



Bund af prøveradiator.



Radiatorprøve med rist.



Radiatorprøve med rist.

Det viste sig ved detailprojekteringen, at det var nødvendigt at kunne ophænge radiatoren på plan væg også. At det var nødvendigt at udvikle et design på en type radiator, der ikke hang i et hjørne, men på en plan væg. Man valgte at bruge samme type radiator, med forlænget forplade, og så designe specielle "gavle" og rist til at inddække radiatoren.

sag	<b>Den nye kakkelovnskrog – Absalonsgade 24</b>	dato	Sept. 03
emne	Rapport	side	12

Man lagde sig fast på at radiatoren skulle være 65,5 cm høj (en af fabrikkens standardhøjder), hvilket gav en ønsket lav højde svarende til borde, så radiatoren ikke dominerede. En lav radiator udnytter også varmen bedre end en høj.

Størrelsen på radiatorpladen er afhængig af det rum, der skal varmes op. Til et hjørne er det naturligt at have en forholdsvis dyb 3 pladers radiator, som samtidig gør radiatoren forholdsvis lille at se på.

Der er altså ikke tale om, at man har designet én bestemt radiator med ét udseende og én størrelse. Der er ligesom til traditionelle radiatoranlæg tale om at radiatorerne kan variere i størrelser ud fra tekniske krav. Dette og variationen af skorstensstørrelser og udformninger gør, at det vil blive nødvendigt at udvikle flere typer riste og ophængsmuligheder, end de der er afprøvet i Absalonsgade 24.

Radiatoren ophænges på en træplade (af mdf) så dels den rigtige afstand til hjørnet opnås, dels opnås mulighed for at trække rør skjult bag radiatoren. Hvis radiatoren sidder lige ud for skorstenen er der ikke behov for at skjule rør, men i nogle tilfælde har det vist sig nødvendigt at trække ventilationsrør bag radiatoren.

Til radiatoren designedes en rist som ophængtes over radiatoren. Hullet bag radiatoren blev lukket ind mod væggen med en granitplade. Dermed fik man et sammenhængende design, der havde et moderne udtryk, men samtidig var anvendt gedigne materialer som i de gamle kakkelovne og kaminer.

Alle typer riste er ophængt uden at belaste radiatoren, dvs den er ophængt på væg og/eller mdf-bagplade. Risten skal aht inspektion og udskiftning af filtre være nem at demontere. Den ligger løst i nogle beslag på væg og bagplade. Hjørnetyper har pga de afskårne hjørner vist sig at have et problem. Den har tendens til at vippe forover. Et mere stabilt beslag skal udvikles.

I Absalonsgad 24 var der tre ophængssituationer:

Type A: indadgående hjørne.

Type B: udadgående hjørne i stor stue.

Type C: radiator ophængt på lige væg.

sag	<b>Den nye kakkelovnskrog – Absalonsgade 24</b>	dato	Sept. 03
emne	Rapport	side	13



Type A: indadgående hjørne: (Radiator: Rio PK III x 655 x (500/700))



Type B: udadgående hjørne i stor stue: (Radiator: Rio PK II x 655 x (1000/1200):

sag	Den nye kakkelovnskrog – Absalonsgade 24	dato	Sept. 03
emne	Rapport	side	14



Type C1: Ophæng på lige væg: stor i lejlighed 1. tv, hvor væg var nedrevet: Rio PK III x 655 x (100/1200)



Type C2: Ophæng på lige væg: mindre i tagboligers stue med lige væg ved skorsten men samme størrelse som i små værelser i stuer nedenunder: Rio PK III x 655 x(500/700)

Radiatornavnet betyder, at det er en Rio radiator, type PK med 1, 2 eller 3 plader (I, II, III). 655 angiver radiatorens højde i mm. Tallene i parentes angiver bagpladernes henholdsvis forpladens bredde i mm.

sag	<b>Den nye kakkelovnskrog – Absalonsgade 24</b>	dato	Sept. 08
emne	Rapport	side	15

Man kan altså variere radiatorens størrelse i højde, bredde og antal plader, så den passer til den ydelse rummet kræver og til placeringen. Type A er lille og kompakt for at få den langt ind i hjørnet mens type B er valgt meget bred med kun to plader.

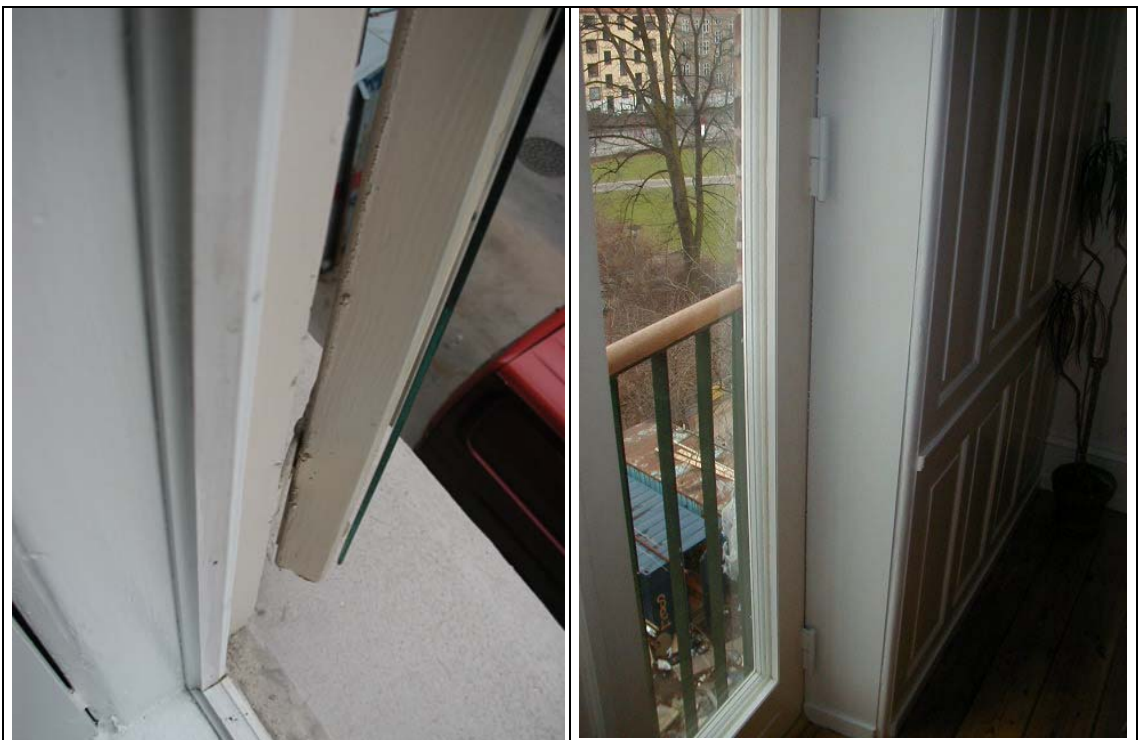
I Absalonsgade 24 var der i de 9 lejligheder kun behov for type A og type B radiatorer.

Pga en nedrevet væg mellem to stuer og to specielle tagboliger blev der udført to yderligere variationer type C1 og C2 – begge på lige vægge hvor der monteredes ”gavle” i tynd stålplade:

Der er kun brugt 3 forskellige radiatorstørrelser. Der er brugt en type rist til Type A, en til Type B og to størrelser af samme type til Type C.

### **Byggeprocessen**

Demonstrationsprojektet blev udført på ejendommen Absalonsgade 24 på Vesterbro i København i forbindelse med en almindelig byfornyelsessag. Ejendommen har én opgang med 12 boliger og er ejet af en andelsboligforening. Alle beboere var genhuset under byggeriet. Projektet indeholdt foruden forsøgsprojektet tagrenovering, istandsættelse af kælder og fugtforanstaltninger, facaderenovering, udskiftning af vinduer undtagen 1. – 4. sal mod gade, hvor vinduer blev renoveret og forsynet med koblede rammer. Mod gård blev etableret franske altandøre. Alle lejligheder fik nyt bad og køkken. Alle installationer blev fornyet. Der blev isoleret mod kælder og taget blev isoleret. Brystninger blev ikke isoleret. Alle vinduer og altandøre blev forsynet med energiglas.



Vindue isoleret med ”Optoglas”.

Nye altandøre og vægpaneler.

sag	<b>Den nye kakkelovnskrog – Absalonsgade 24</b>	dato	Sept. 08
emne	Rapport	side	16

Boligerne er 3-værelses boliger. Strukturen i lejlighederne blev bevaret, de oprindelige beboelsesrum ændredes ikke, det nye baderum indrettedes i det gamle køkken og entre. Ejendommen har kun een skorsten i hver side, centralt placeret således at alle tre rum kan koble kakkelovn og nu radiator til samme skorsten. Det var derfor kun nødvendigt at etablere 3 radiatorer med indblæsning af ventilationsluft i hver bolig.

Efter ønske fra beboerne etableredes traditionelle radiatorer i køkken og bad.

Alle boliger har varmemålere i kælder. Den koncentrerede rørføring gjorde at der fra hver bolig kun skulle føres én varmeledning til måler i kælder. Også varmeapparater i køkken og bad kunne uden synlige føringer kobles til. Dvs at der nederst i skorstenen var 7 ledninger. Varmerørene førtes i præisolerede pexrør. I tilfælde af defekt kan de udskiftes.

Efter varmerør var trukket blev skorstene foret ved ”strømpelining”. Denne teknik er udviklet til at tætne/modernisere kloakrør uden at grave op. Den er også tidligere brugt til skorstene til aftræksventilation. Teknikken var afprøvet før (dog uden varmerør), og det viste sig at forløbe uden problemer. Princippet i foringen er, at man langsomt kommer en strømpe af epoxy ned i røret. Strømpen kan formes mens den er varm, og den holdes varm af varmt vand. Under processen afgives giftige dampe, hvorfor processen udførtes under foreskrevne sikkerhedsforanstaltninger (bla var der ikke andre håndværkere på pladsen). Så snart strømpen bliver kold størkner den og afgiver iflg undersøgelser ikke giftstoffer – se bilag. De to skorstene blev foret på én dag. Da miljøet har høj prioritet bør det undersøges om der findes alternative løsningsmuligheder, der kan konkurrere økonomisk med den valgte løsning.

Efter foringen bores huller i skorstenen og ventilation og varmerør kunne kobles til når radiator ophængtes.



Radiator type B

Radiator type A

Ophængsplade, huller for ventilation og varmerør kan ses.

Den meget store ventilator og megen rørføring i forbindelse med genindvinding af varmen fra afkastluften og mekanisk indtag af frisk luft gav et pladsmæssigt problem, som nok må siges at være generelt for byfornyelsesejendomme. Ejendommen har

sag	<b>Den nye kakkelovnskrog – Absalonsgade 24</b>	dato	Sept. 07
emne	Rapport	side	17

saddetag og ventilatoren blev placeret på hanebåndsloftet, som nu er svært fremkommeligt og gav problemer med placering af renselemme. De blev løst men der skal tages højde for ved projekteringen at det fylder meget, ligesom monteringen krævede at to spær demonteredes midlertidigt.

sag	Den nye kakkelovnskrog – Absalonsgade 24	dato	Sept. 08
emne	Rapport	side	18

## 5. Projektets resultater

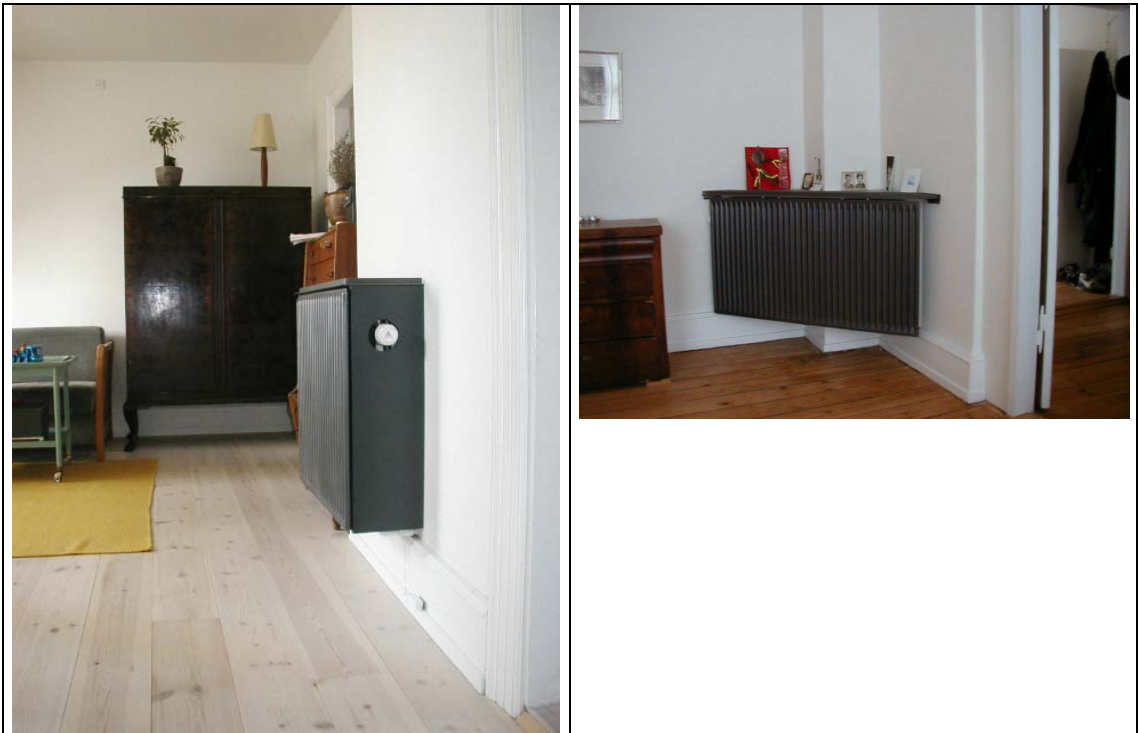
### Æstetisk vurdering

Som udgangspunkt var der i programmet opstillet en række ønsker, som overvejende var æstetiske:

- Placeringen af varmekilden fastholdes på den gamle kakkelovns placering, som de gamle bygninger er designet til.
- De gamle træpaneler om vinduer bevares og er synlige.
- Træpanelerne beskadiges ikke af den stærke varme fra radiatorer i vinduerne.
- Nye installationsrør til den moderne varmeinstallation kan ikke ses.
- Den nye varmekilde/radiator skal være et møbel i boligen. Den skal have et design, der kan leve op til de gamle kaminer og kakkelovne, uden at være kopier.
- Den skal stadig signalere ”kakkelovnskrog” – et sted hvor man kan gå hen og varme hænderne og have ting stående på kaminhylden.

Om de 4 første punkter kan man konstatere at det er udført som sådan:

Der var ingen problemer med at få placeret radiatorerne, lejlighederne havde i forvejen for de flestes vedkommende varmekilder på samme sted, og døre med videre var placeret under hensyntagen til dette.



Radiator i tagetage.

Radiator i stue.

I Absalonsgade 24 er der i alle lejligheders værelser – både mod gade og gård - meget flotte træpaneler fra gulv til loft på de udvendige vægge. De kommer stadig fuldt ud til deres ret uden genererne rør og radiatorer.

sag	<b>Den nye kakkelovnskrog – Absalonsgade 24</b>	dato	Sept. 09
emne	Rapport	side	19

Endvidere har det vist sig at sammentrækninger og revner i træet er minimeret.

Der er ingen synlige varmerør i værelserne. Danfoss termostatventilen er diskret gemt bag radiatorens forplade og varmføleren ligger skjult under radiatoren. Dette gælder også de tre radiatorer, som ikke er placeret i et hjørne, men på en lige væg.

Ved at vælge en lidt traditionel riflet radiatorforplade har man fastholdt et signal om at det er en gedigen jernradiator. Rist er også udført i jern og har stor tyngde. Radiator og rist har man valgt at male i en mørkegrå metallak, ikke langt fra en kakkelovns ovnsværte. Endelig signalerer granithylden kvalitet – det er et møbel, hvor man ikke bare har valgt den billige løsning, men ofret noget.

Det er også lykkedes at udføre radiatorernes forplader i ønskede højder og i gode dimensioner - de fleste er kvadratiske ca 70x70 cm. Dog er det udadgående hjørne lidt problematisk, da det giver en meget stor forplade. Det kunne overvejes at placere radiatoren anderledes, så den kan gøres mindre.

Konklusionen må dog være, at radiatoren er blevet et moderne møbel/installation, der gerne må ses uden at den dominerer.

sag	<b>Den nye kakkelovnskrog – Absalonsgade 24</b>	dato	Sept. 09
emne	Rapport	side	20

### **Vurdering af målinger**

Nedenstående ville man gerne have testet af målingerne:

- Temperaturfordelingen i stuen er jævn. Der er ikke komfortproblemer med kulde fra vinduer fx
- Der er ikke træk fra døre og vinduer. Overtrykket i boligen skabt af indblæsningsluften minimerer træk fra utætte døre og vinduer.

Derudover forventedes at

- Luft i boligen bliver renere, da den friske luft kommer højt oppefra/over tag.
- Lugtproblemer mellem lejligheder mindskes.
- Støj mellem boliger mindskes.
- Støj udefra mindskes.

Ejendommen Absalonsgade 24 består af en trappe med 12 lejligheder. I én lejlighed på hver etage – i alt 6 lejligheder – er der gennemført målinger af temperatur og relativ fugtighed ved hjælp af programmerbare dataloggere og af ventilationen ved hjælp af den såkaldte PFT-metode. Desuden er der gennemført en spørgeskemaundersøgelse blandt beboerne i alle 12 lejligheder. Undersøgelserne er gennemført i perioden 9. april – 17. april 2002.

### **Lejlighederne**

Lejlighederne består af 3 rum samt entré, køkken og bad. De tre opholdsrum er i det følgende betegnet rum 1, rum 2 og rum 3, idet de ikke har samme anvendelse i alle lejligheder. Rum 1 er beliggende i tilknytning til køkkenet og med franske altandøre mod ejendommens bagside. Rummet anvendes i de fleste lejligheder som kombineret spisestue og stue. Rum 2 ligger i forlængelse af rum 1 og med ét vindue mod Absalonsgade. Rum 3 ligger nærmest trappen med 2 vinduer mod Absalonsgade. I nogle lejligheder er døren mellem rum 2 og 3 blændet og i én lejlighed er skillevæggen mellem rum 2 og 3 fjernet.

### **Temperatur- og fugtmålinger**

Foruden målinger af temperatur og fugt i udvalgte rum er der foretaget målinger ved en eller flere radiatorer. Tabel 1 og tabel 2 viser resultaterne af målingerne. I lejligheden 3. th. er der i rum 3 foretaget målinger såvel ved indvendig væg som ved ydervæg. Der er meget lille forskel på målingerne, og i tabellen er alene vist resultaterne af målingen ved den indvendige væg.

sag	<b>Den nye kakkelovnskrog – Absalonsgade 24</b>	dato	Sept. 08
emne	Rapport	side	21

Tabel 1. Resultater af temperaturmålinger. I tabellen er vist middeltallet og standardafvigelsen for måleperioden 09.04.02-17.04.02

	Rum 1 [°C]	Rum 2 [°C]	Rum 3 [°C]	Radiator	Radiator	Radiator
				Rum 1 [°C]	Rum 2 [°C]	Rum 3 [°C]
st. tv.	3,5 ± 0,9		2,5 ± 0,7	5,9 ± 4,9		
1. tv.		0,7 ± 0,7	0,1 ± 0,4	0,0 ± 2,9	0,6 ± 0,4	
2. tv.	2,1 ± 0,5			8,4 ± 3,4		
3. th.			0,3 ± 0,8			3,3 ± 4,7
4. th.			9,5 ± 1,3	6,8 ± 3,7		3,5 ± 2,8
5. th.	1,4 ± 0,9			5,0 ± 6,0	3,7 ± 5,1	

Tabel 2. Resultater af luftfugtighedsmålinger. I tabellen er vist middeltallet og standardafvigelsen for måleperioden 09.04.02-17.04.02

	Rum 1 [RF]	Rum 2 [RF]	Rum 3 [RF]	Radiator	Radiator	Radiator
				Rum 1 [RF]	Rum 2 [RF]	Rum 3 [RF]
st. tv.	0,7 ± 4,1		3,2 ± 3,4	1,1 ± 3,9		
1. tv.		7,8 ± 3,5	6,1 ± 5,5	8,6 ± 4,8	2,3 ± 7,4	
2. tv.	1,9 ± 4,4			9,0 ± 4,8		
3. th.			7,0 ± 6,4			5,9 ± 10,5
4. th.			9,5 ± 7,1	0,0 ± 7,5		5,3 ± 8,1
5. th.	3,9 ± 5,9			5,1 ± 12,1	6,5 ± 10,6	

Resultaterne bør sammenholdes med figurer, som er vist i By og Byg notat af 23. august 2002. Generelt viser måleresultaterne normale temperatur- og fugtforhold og ofte med typiske døgnsvingninger. Den højere standardafvigelse på resultaterne af målingerne af temperaturen ved radiatorerne viser, at varmeafgivelsen reguleres kontinuert over døgnet. Dette gælder dog ikke radiatoren i rum 2 i lejligheden 1. tv., hvor radiatoren tilsyneladende ikke har været i brug. I visse lejligheder fx 1. tv., rum 3, som er et soverum, og i 4. th. er rumluftens vanddampindhold til den høje side. Rumluftens vanddampindhold, som kan beregnes på grundlag af sammenhørende værdier af temperatur og relativ fugtighed, bør være under ca. 7 gH<sub>2</sub>O/kg luft svarende til ca. 45 %RF ved 20-22 °C, for at begrænse husstøvmideforekomsten.

### Ventilationsmålinger

Resultaterne af ventilationsmålingerne gør det ikke muligt at udtale sig om ventilationen i de enkelte lejligheder. Årsagen er, at der i betragteligt omfang forekommer luftoverføring mellem lejlighederne. Ved PFT-metoden, som blev anvendt ved ventilationsmålingerne, tilføres en lille smule af en kendt og målbar luftart (sporgas) til rumluften i lejlighederne, og den resulterende koncentration måles.

sag	<b>Den nye kakkelovnskrog – Absalonsgade 24</b>	dato	Sept. 03
emne	Rapport	side	22

På baggrund af koncentrationsmålingen samt kendskab til den tilførte sporgasmængde og måleperiodens længde, kan ventilationen beregnes. Målingerne i de 6 lejligheder blev gennemført simultant, og der blev tilført den samme mængde sporgas i hver lejlighed. Såfremt der havde forekommet samme ventilationsforhold i alle lejlighederne, ville målingerne således skulle vise nogenlunde samme sporgaskoncentration i alle lejligheder. Resultaterne viser imidlertid ikke alene særdeles store forskelle mellem lejlighederne, men også at der forekommer sporgaskoncentrationer, som er højere, end den tilførte sporgasmængde ville kunne skabe selv ved et meget lave luftskifter. Samtidig viser resultaterne, at sporgaskoncentrationen i de målte lejligheder stiger med etagen. Lejlighederne, navnlig i de øverste etager, er således tilført mere sporgas end blot fra de sporgaskilder, som var anbragt i lejligheden. Da den anvendte sporgas ikke forekommer i atmosfæren, indikerer målingerne, at der forekommer luftoverføring mellem lejlighederne. Da sporgastilførslen til den enkelte lejlighed således er ubestemt, er det ikke muligt at beregne ventilationen.

### Spørgeskemaundersøgelsen

Der er modtaget spørgeskemabesvarelse fra 10 lejligheder. Heraf var én besvarelse blank. Fra 2 lejligheder er der ikke modtaget besvarelse. Der foreligger således 9 anvendelige spørgeskemabesvarelser. I tilknytning hertil gennemførte By og Byg dels registreringer dels et mindre interview i forbindelse med installation og efterfølgende afhentning af måleudstyr.

Af beboernes kommentarer på spørgeskemaet antydes det, at udsugningen i køkkenet generelt fungerer dårligt, mens udsugningen i badeværelset i lejligheder der ligger tv. fungerer fint.

Flere beboere nævner, at de finder luften i lejligheden meget tør. Måleresultater fra lejlighederne st. tv. og 3. th. viser ikke specielt lave fugtigheder, og det er tænkeligt, at genen mere er relateret til støv.

Beboerne i lejligheden 5. th. er besværet af, at der lugter af tobaksrøg og mados fra ventilationen. Kommentaren underbygger ventilationsmålingernes indikation af, at der forekommer luftoverføring mellem lejlighederne.

Inden generation 1 (Arbejderboligerne i Valby) blev iværksat udførtes et laboratorieforsøg, som viste at varmen fordelte sig meget fint i forsøgsrummet.

Vedrørende temperaturfordelingen viser målingerne meget entydigt at temperaturen fordeler sig jævnt i boligerne. Der er ikke forskel mellem temperaturen midt i boligen og foran et vindue.

Tilsyneladende er der nogle komfortproblemer alligevel. Flere beboere klager i deres besvarelser over, at det trækker.

I boligerne er de gamle entredøre til hovedtrapper bevaret, der har været problemer med tætheden af de nye altandøre og trappedøre til bitrapper. Vinduer er bevaret mod gade 1. – 4. sal. Tilsyneladende kan det lille overtryk ikke eliminere træk fra utætte vinduer og døre. Man er stadig nød til at sørge for at døre og vinduer er tætte.

sag	<b>Den nye kakkelovnskrog – Absalonsgade 24</b>	dato	Sept. 03
emne	Rapport	side	23

Ligesom ruder, også selvom de er forsynet med energiglas, giver et nedfald af kølig luft og dermed lidt lavere temperatur nedfor vinduet. Dette er ikke konstateret ved BY og Bygs målinger, men ved en måling senere efter klager over kulde ved istandsatte vinduer mod gade. Det viste sig at de istandsatte vinduer isolerede lige så godt som de nye vinduer med koblede rammer, som var isat mod gården.

sag	<b>Den nye kakkelovnskrog – Absalonsgade 24</b>	dato	Sept. 03
emne	Rapport	side	24

## **Anlægsudgifter Forsøgsanlæg/Traditionelt anlæg.**

### **Forsøgsanlæg**

Centralt placerede radiatorer.

Radiatoranlægget er udført med separate forsyningsledninger fra kælder direkte til den enkelte lejlighed.

Hver forsyningsledning er udført med elektronisk forbrugsmåler i kælderetagen.

Ventilationsanlægget er udført med udsugning gennem kontrolventil i badeværelser og gennem emhætte i køkkener.

Der indblæses forvarmet frisk luft igennem de centralt placerede radiatorer.

En krydsvarmeveksler forvarmer indblæsningsluften til 8,8 grad C ved -12 grad. C udvendig temperatur.

### **Centralvarme delen (Håndværkerudgifter)**

Etablering af varmecentral, herunder isolerings og el-arbejder	Kr. 114.864
Fordelingsledning i kælderetagen	Kr. 52.323
Isolering af fordelingsledninger i kælderetagen	Kr. 10.807
Stige- og fordelingsledninger	Kr. 53.714
Elektroniske målere	Kr. 19.367
Radiatorer, præmalede	Kr. 84.102
Riste til afdækning af radiatorer	Kr. 89.613
Diverse følgearbejder for montering af radiatorer i lejligheder	Kr. 15.504
Diverse ekstraarbejder, tilpasning af radiatorriste grundet skævheder m.v.	Kr. 35.672
	<hr/>
	Kr. 475.966

### **Bemærkning!**

Positionen ”Riste til afdækning af radiatorer Kr. 89.613” og ” Diverse ekstraarbejder, tilpasning af radiatorriste grundet skævheder m.v. Kr. 35.672” er udgifter til design, d.v.s. afdækning af den færdige radiatorinstallation.

### **Ventilationsdelen (Håndværkerudgifter)**

Ventilationsanlæg med krydsvarmeveksler, præisolerede stige kanaler, emhætter m.v.	Kr. 93.518
Opgradering af Vekslerunit	Kr. 6.170
Kondens afløb fra vekslerunit	Kr. 5.277
Supplerende lyddæmpning af Vekslerunit	Kr. 6.525
Bimåler på ventilationsanlæg	Kr. 4.280
Foring af 2 stk. skorstene til indblæsning radiator tilslutninger.	Kr. 59.920
Tilslutning til radiatorer	Kr. 6.741
Diverse følgearbejder	Kr. 23.577
	<hr/>
	Kr. 206.008

### **Håndværkerudgifter i alt**

**Kr. 681.974**

sag	<b>Den nye kakkelovnskrog – Absalonsgade 24</b>	dato	Sept. 08
emne	Rapport	side	25

### **Traditionelt radiatoranlæg og ventilationsanlæg ( kun udsugning)**

Priser er anslåede. Radiatorer placerede på vinduesbrystninger med synlige stigeledninger langs facader.

Ventilationsanlægget er udført med udsugning gennem kontrolventil i badeværelser og gennem emhætte i køkkener.

#### **Centralvarme delen (Håndværkerudgifter)**

Etablering af varmecentral, herunder isolerings og el-arbejder	Kr. 114.864
Fordelingsledning i kælderetagen	Kr. 41.000
Isolering af fordelingsledninger i kælderetagen	Kr. 24.700
Stige- og fordelingsledninger	Kr. 42.900
Elektroniske målere	Kr. 14.300
Radiatorer, præmalede	Kr. 108.500
Maling af stigeledninger	Kr. 15.000
	<hr/>
	Kr. 361.264

#### **Ventilationsdelen (Håndværkerudgifter)**

Ventilatorer på hanebåndsloft med præisolerede stige kanaler gennem etagerne tilsluttet kontrolventiler og emhætter.	Kr. 55.000
El-tilslutning	Kr. 10.300
indregulering	Kr. 3.000
	<hr/>
	Kr. 99.700

**Håndværkerudgifter i alt **Kr.460.964****

### **Konklusion.**

Økonomisk sammenligning af Centralvarme delen Forsøgsprojekt/Traditionelt radiatoranlæg

Håndværker udgifter i alt	Kr. 475.966
Riste til afdækning af radiatorer	Kr. -89.613
Diverse ekstraarbejder, tilpasning af radiatorriste grundet skævheder m.v.	Kr. -35.672
	<hr/>
Radiatordelen i alt	Kr. 350.681

hvilket er kr 10.583 mindre end Kr. 361.264 for et traditionelt radiatoranlæg.

Det er vor vurdering at udgifterne til positionerne ”Fordelingsledning i kælderetagen Kr. 52.323, Stige- og fordelingsledninger Kr. 53.714 samt Elektroniske målere Kr. 19.367” vil kunne reduceres yderligere ved en mere traditionel rørintallation.

sag	<b>Den nye kakkelovnskrog – Absalonsgade 24</b>	dato	Sept. 08
emne	Rapport	side	26

### **Økonomisk sammenligning af Ventilationsdelen Forsøgsprojekt/Traditionelt radiatoranlæg**

De faktiske håndværkerudgifter på Kr. 206.008 sammenholdt med udgifterne til et traditionelt udsugningsanlæg på Kr. 99.700, svarer til, at genindvindingen af den varme luft fra ventilationsafkastet koster Kr 106.308.

#### **Drift**

Der er ikke lavet en undersøgelse af, fordele og ulemper i driftsfasen ved systemet. Men det kan konstateres at der er ikke konstateret driftforstyrrelser, varmemålere er nemmere at aflæse end i et traditionelt system. Ventilationssystemet har en mindre ekstra omkostning til udskiftning/rensning af filtre dels ved ventilator, dels i boliger ved hver radiator.

Den største økonomiske difference er en væsentlig varmebesparelse på genindvindingen af varmen fra ventilationsafkastet. Ventilationsanlæggets totale driftsudgifter til el samt opvarmning af ventilationsluften anslås til kr 20.000 pr år. Ved et traditionelt anlæg kan tilsvarende driftsudgifter anslås til kr 34.000 pr år. Hvis de samlede merudgifter til genvexanlægget incl moms, teknikerhonorar, finansiering mv anslås til kr 150.000 vil tilbagebetalingstiden være 10,7 år.

Ved beregning af udgifter til el og opvarmning af ventilationsluften er der regnet med en elpris på kr 1,30 pr kWh og en varmepris på kr 0,50 pr kWh inklusive moms.

sag	<b>Den nye kakkelovnskrog – Absalonsgade 24</b>	dato	Sept. 07
emne	Rapport	side	27

## 6. Erhvervsmæssig perspektivering

### Markedspotentiale

Den danske boligmasse kan efter deres opvarmningssystem helt banalt opdeles i flg grupper:

1. Boliger uden centralvarme.
2. Boliger med gamle centralt placerede varmeanlæg.
3. Boliger med nyere centralvarmeanlæg med radiatorer placeret under vinduer.

Hertil kommer nybyggeriet.

Det er indlysende at alle boliger uden centralvarme er målgruppen for systemets anvendelse. Der er ca 28.000 etageboliger i Danmark uden centralvarme.

Varmebesparelsen pr bolig i Absalonsgade 24 er ca kr 1200 pr år. Der kan altså tales om, hvis ovenstående 35.000 boliger får tilsvarende anlæg, en besparelse på ca 33 millioner kr om året i forhold til, at de moderniseres med et traditionelt anlæg.

Hvor mange boliger der er i gruppe to kendes ikke, det er boliger opført i 20érne og 30érne. Disse boliger med gamle nedslidte anlæg står overfor modernisering, som kan gøres billigere ved at bevare anlæggene med centralt placerede radiatorer. Det kræver at vinduer isoleres. I disse ejendomme vil det i nogle tilfælde være hensigtsmæssigt at forbedre ventilationssystemet.

Boliger, hvor der er installeret centralvarme, vil ikke være aktuelle. Der dog en del enstrengede anlæg, som det er fordelagtigt at udskifte. Hvor mange vides ikke.

Det er også oplagt at overveje systemet til nybyggeri. Umiddelbart vil mange af de samme argumenter være gældende ved nybyggeri. Det er billigere, energibesparende, bedre luftudskiftning, mindre træk, ingen synlige rør mv.

### Barrierer

Det mest oplagte område er byfornyelsesejendomme, hvor man udfører gennemgribende istandsættelser med nye ventilations- og varmeanlæg.

En barriere her kunne være den lidt højere anlægsudgift pga det udvidede ventilationsanlæg i forhold til hvad der normalt udføres i byfornyelsesejendomme. De bedre klimaforhold og mindre varmeudgifter burde kunne fjerne denne barriere. Anlægsudgiften er lidt højere end et traditionelt anlæg, men allerede efter 3 år er der sparet så meget på varmeudgifterne, at det er billigere for ejendommens samlede økonomi. Da der er tale om væsentlige energibesparelser, er det vigtigt, at myndighederne tillader den lidt større anlægsudgift i forbindelse med byfornyelse. Der kunne måske endda blive tale om at det i forbindelse med byfornyelse skal være et krav, at der etableres ventilations- og varmeanlæg på denne måde.

En barriere er, at det har været normal byggeskik i mange år, at radiatorer skal placeres under vinduer af komforthensyn, men også fordi man troede, at det gav en

sag	<b>Den nye kakkelovnskrog – Absalonsgade 24</b>	dato	Sept. 08
emne	Rapport	side	28

bedre varmfordeling. Vores undersøgelser viser, at varmfordelingen er lige så god og de moderne lavenergiruder og tætte forsatsvinduer eller velisolerede termoruder giver en varmeisolering, som næsten kan måle sig med en isoleret facadevæg. Der er derfor en opgave i at oplyse teknikere om at radiatorer ikke nødvendigvis skal placeres under vinduerne.

### **Samlet potentiale**

Alle ejendomme der undergår gennemgribende ombygninger, specielt byfornyselsejendomme er potentielle aftagere af systemet. Pga dels nedskæringer på byfornyelsesområdet og dels at omfanget af ejendomme uden moderne installationer er nedbragt er dette marked i dag begrænset men absolut aktuelt. Der bør sættes på at udvikle systemet til nybyggeri af boliger.