



Det här verket har digitaliserats vid Göteborgs universitetsbibliotek och är fritt att använda. Alla tryckta texter är OCR-tolkade till maskinläsbar text. Det betyder att du kan söka och kopiera texten från dokumentet. Vissa äldre dokument med dåligt tryck kan vara svåra att OCR-tolka korrekt vilket medför att den OCR-tolkade texten kan innehålla fel och därför bör man visuellt jämföra med verkets bilder för att avgöra vad som är riktigt.

This work has been digitized at Gothenburg University Library and is free to use. All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text. This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may contain errors, so one should always visually compare it with the images to determine what is correct.

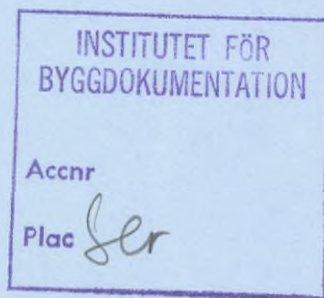


Rapport

R73:1987

# Energisparmöjligheter i miljonprogrammet

Uno Odenmar



R  
add

Byggeforskningsrådet

R73:1987

ENERGISPARMÖJLIGHETER I MILJONPROGRAMMET

Uno Odenmar

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 820737-5  
från Statens råd för byggnadsforskning till Malmö kommun,  
Fastighetskontoret, Malmö.

## REFERAT

Rapporten utgör en sammanställning av energiåtgärder aktuella för det yngre byggnadsbeståndet från 1960 till 1975 och avser i första hand kommande ROT-projekt avseende bostadshus.

Sammanställningen syftar till att ge en överskådlig bild över energiåtgärder där dessa kombineras i s k åtgärdspaket med utgångspunkt ifrån ekonomiska kriterier. Samtidigt belyses erfarenheterna mot bakgrund av en blandning av långsiktiga och kortsiktiga åtgärder.

Rapporten riktar sig i första hand till förvaltningsansvariga av bostadshus inom den privata och offentliga sektorn.

I Byggeforskningsrådets rapportserie redovisar forskaren sitt anslagsprojekt. Publiceringen innebär inte att rådet tagit ställning till åsikter, slutsatser och resultat.

R73:1987

ISBN 91-540-4762-5

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Svenskt Tryck Stockholm 1987

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Förord	
Sammanfattning	
	Sid
<b>1. SYFTE</b>	1
1.1 Erfarenheter	1
<b>2. BYGGNADSTEKNISKA MÖJLIGHETER</b>	3
2.1 Tilläggsisolering	3
2.1.1 Fasadisolering	5
2.1.2 Vindsbjälklag	4
2.1.3 Platta tak	4
2.1.4 Åtgärder samordnade med tilläggsisolering	4
2.2 Fönster	5
2.2.1 Befintliga konstruktioner	5
2.2.2 Metoder	5
2.2.3 Komfortfördelar	6
2.2.4 Energisparpotential	6
2.2.5 Kostnader	6
2.3 Balkonger, vindfång	7
2.3.1 Inglasning av balkonger	7
2.3.2 Köldbryggeeffekter	7
2.3.3 Vindfång	7
2.4 Täthet i klimatskärmen	8
<b>3. INSTALLATIONSTEKNISKA MÖJLIGHETER</b>	9
3.1 Ventilation	9
3.1.1 Ventilationsprinciper i 60- och 70-talshusen	9
3.1.2 Åtgärder för värmeåtervinning	10
3.1.3 Kostnader	10
3.1.4 Komfortaspekter	11
3.2 Sänkning av maximal fram- och returledningstemperatur - ökande möjligheter för värmepumpar	11
3.3 Styr- och reglerfrågor	12
3.4 Kall- och varmvatteninstallationer	14
3.4.1 Tappvatteninstallationer	12
3.4.2 VVC-flöden	14
3.4.3 Tvättstugor	14
3.5 Avloppsenergi	15
<b>4. VÄRMEFÖRSÖRJNING</b>	15
4.1 Värmepumpar i yngre ROT-objekt 1970-1975	16
4.1.1 Bakgrund	16
4.1.2 Möjlig insats	18
<b>5. TYPHUS</b>	20
<b>6. LAGAR, FÖRORDNINGAR, NORMER</b>	27
6.1 Dagens situation	27
<b>7. FINANSIERING</b>	28
7.1 Statliga lånebestämmelser	28
7.1.1 Allmänna förutsättningar	28
7.1.2 Underhålls- och reparationsbidrag	29
7.1.3 Enegisparbidrag	30
7.2 Bidragens effekt på åtgärder	31
7.2.1 Dagens situation	31
7.2.2 Framtid	31
<b>8. FÖRSATT FORSKNING OCH UTVECKLING</b>	32
8.1 Lindängen i Malmö (typiskt 60-talsområde)	32
8.2 Hälsosäkra byggnader	32
8.3 Utformning av uteluftsintag i lägenhet	33
8.4 Försöksprojekt med jämförelsetal	33

## FÖRORD

Denna rapport är en sammanställning av energiåtgärder som kan vara aktuella i ROT-projekt. Sammanställningen syftar till att ge en överskådlig bild över energiåtgärder där dessa kombineras i s k åtgärdspaket med utgångspunkt ifrån ekonomiska kriterier.

I rapporten belyses särskilt erfarenheter beträffande den bästa kombinationen av en blandning av långsiktiga och kortsiktiga åtgärder.

Sammanställningen har gjorts med utgångspunkt ifrån det yngre byggnadsbeståndet från 1960 till 1975 och avser i första hand kommande ROT-projekt avseende bostadshus.

Projektet har genomförts i samarbete med BPA ENERGI AB, Stockholm. Ansvarig för forskningsprojektet och rapportens innehåll är tekn dr Uno Odenmar. Rapporten har utformats med aktiv och konstruktiv medverkan från tekn dr Håkan Swahn och ing Raine Harju från BPA ENERGI AB och forskningssekreterare Lars-Göran Månsson, Byggforskningsrådet Stockholm.

Denna avrapportering innebär inte att Malmö stad och andra berörda intressenter tagit ställning till redovisade synpunkter, slutsatser och resultat. Rapporten skall uppfattas som en koncentrerad och systematiserad redovisning av ett forskningsprojekt inom ramen för projektet ENERGISPARMÖJLIGHETER I MILJONPROGRAMMET.

Malmö i mars 1987

Uno Odenmar  
tekn dr



## SAMMANFATTNING

Genomförande av energisparåtgärder är inte något kontroversiellt men det förutsätter naturligtvis att åtgärderna genomförs på ett tekniskt riktigt sätt. Finansieringen av energisparåtgärder har dock accentuerats på olika sätt.

En metod för finansiering prövades i Malmö stad som genom dess fastighetskontor genomförde energisparåtgärder på så sätt att dessa kopplades till ersättningen för åtgärderna till den beräknade energibesparingen. Metoden beskrivs i en särskild byggforskningsrapport: "Energibesparing inom kommunala förvaltningsbyggnader i Malmö Kommun", BFR-rapport R 56:1986.

Ovanstående forskningsprojekt skapade förutsättningar och kunskap för detta forskningsprojekt.

Denna rapport utgör en sammanställning vars främsta syfte är att ge en överskådlig bild av de energiåtgärder som kan vara aktuella i ROT-objekt inom framför allt det yngre byggnadsbeståndet avseende bostadshus.

Rapporten disponeras i stort så att kapitel 1 utgör en allmän bakgrundsbeskrivning, Kapitel 2 och 3 disponeras för framför allt byggnadstekniska och installationstekniska möjligheter med beaktande av samspelet mellan olika åtgärder samt samverkande konsekvenser och värderingar. Kapitel 4 beskriver val av alternativa för värmeleverans som t ex värmepumpsteknik, fastbränsleteknik, oljeanläggning och elvärme. Kapitel 5 exemplifierar med typhus och åtgärdspaket. Kapitel 6 beskriver kort om lager, förordningar och normer samt kapitel 7 om finansiering. I kapitel 8 slutligen dras några slutsatser om behovet av fortsatt forskning och utveckling.

I och med att varje byggnad är en individuell enhet med sina specifika tekniska förutsättningar där även byggnadens användning och dess nyttjares beteende spelar en väsentlig roll, är det viktigt att skaffa sig ett riktigt beslutsunderlag. Denna rapport bidrar konstruktivt till ett bättre beslutsunderlag.





## 1. SYFTE

Föreliggande sammanställning har till syfte att ge en överskådlig bild av de energiåtgärder som kan vara aktuella i ROT-objekt. Speciellt belyses detta för det yngre byggnadsbeståndet, kommande ROT-objekt, från 1960 till 1975 (främst flerbostadshus). Energiförbrukningen för värme och varmvatten ligger för dessa hus på en nivå från drygt 200 kWh/m<sup>2</sup>,år till ca 300 kWh/m<sup>2</sup>,år (i Stockholms klimat). Målet är att sänka denna förbrukning till ca 150 - 200 kWh/m<sup>2</sup>,år.

Sammanställningen är upplagd enligt följande. Först görs en rent teknisk genomgång avseende:

- byggnadstekniska åtgärder
- installationstekniska åtgärder (VVS)
- värmeförsörjningsteknik

Sedan görs en sammanställning av åtgärdspaket där resonemang förs avseende samspelet mellan olika åtgärder samt samverkande konsekvenser och värderingar.

Alla kostnader är angivna i 1986 års nivå (december).

Påverkan av lagar, förordningar, normer och statliga låneregler redovisas i kapitel 6.

Avslutningsvis ges några förslag och synpunkter på fortsatt forsknings- och utvecklingsbehov.

### 1.1 Erfarenheter

Innan den tekniska sammanställningen ges här en kort sammanställning över erfarenheter som erhållits i tidigare genomförda energi-ROT-projekt (främst refereras till erfarenheter och synpunkter från de s k Energi-sparkvarteren som drivits i BFR's regi samt BFR Rapport R56:1986 "Energibesparing inom kommunala förvaltningsbyggnader i Malmö kommun").

En av de viktigaste erfarenheterna är att kombinera åtgärder till s k åtgärdspaket. Det är också väsentligt att betrakta varje hus individuellt. Ett åtgärdspaket måste således alltid "skraddarsys" för varje enskilt hus och anpassas efter de individuella och lokalt betingade förutsättningar som råder.

Vissa generella rekommendationer kan dock göras, som t ex:

- Man bör sträva efter att utföra så mycket som möjligt (som är lönsamt) vid ett och samma tillfälle.

- Bästa kombinationen är en blandning av långsiktiga och kortsiktiga åtgärder. Det ger både jämn och varaktig lönsamhet.
- Åtgärdspaketets genomförande bör anpassas till övriga underhållsplaner för huset (gäller även omvänt).
- Oftast är en kombination av byggnadstekniska åtgärder och installationstekniska åtgärder det som ger bästa resultatet.

Då man planerar energisparpaketen kan man tänka på följande:

- En analys av driftstatistik är till god hjälp för att utröna om åtgärd skall vidtagas.
- Synpunkter från hyresgäster och driftpersonal ger ofta anvisningar om var de största bristerna finns.
- Att redan i planeringsstadiet koppla ihop underhållsåtgärder och energisparåtgärder kan spara både tid och pengar på lång sikt.

I och med att varje byggnad är en individuell enhet med sina speciella förutsättningar är det viktigt att skaffa sig ett riktigt beslutsunderlag bestående av bl a följande delar:

- Noggrann besiktning, kompletterad av ev mätningar av t ex rumstemperatur, luftflöden, temperatur i värmesystemet etc
- Energikalkyl för byggnaden
- Kontakter med berörda myndigheter
- Kontroll av restriktioner eller lokala bestämmelser som t ex
  - regler för el- och fjärrvärmeleveranser
  - bevarandefrågor - arkitektonisk hänsyn
  - servitutsfrågor
  - etc

Vidare bör berörda hyresgäster och ev grannar informeras i god tid.

Övrigt att tänka på:

- Finns radonhaltigt material i byggnadern kan detta påverka åtgärder för ventilation.
- Kontrollera om det finns fuktskador i badrummen. Detta kan tyda på dålig luftomsättning (t ex beroende på igensatta ventilationskanaler).

- Kan nya installationer ge störande ljud till lägenheterna eller omgivningen?
- Lägre rumstemperatur än +21°C kan vara svårt att få hyresgäster att acceptera i normalt byggda hus. (Ref: K Widegren-Dafgård "Kartläggning av rumstemperaturer" A4-serien nr 226, Uppv och ventilationsteknik KTH.)
- Beakta även miljö- och hygienaspekter då ventilationen åtgärdas ur energisparhänseende; ibland kan s k behovsstyrd ventilation vara lämplig.

## 2. BYGGNADSTEKNISKA MÖJLIGHETER

### 2.1 Tilläggsisolering

Grundförutsättning för att göra en byggnad energisnål är att klimatskärmen är väl värmeisolerad och vindtät. Flerfamiljshus byggda 1961 - 75 har ett k-värde på sina ytterväggar som ligger mellan 0,40 - 0,70 och 0,30 - 0,50 på vindsbjälklagen.

En tilläggsisolering på 10 cm mineralull ger nästan 50 % förbättring av k-värdet. Detta är inte alltid ekonomiskt, speciellt om k-värdet ligger i det lägre intervallet. Behöver man åtgärda fasaderna på grund av andra orsaker bör man kombinera detta med en tilläggsisolering medan en tilläggsisolering av vindsbjälklag ofta är ekonomiskt lönsam.

#### 2.1.1 Fasadisolering

Vid tilläggsisolering av fasader finns två metoder, utvändig eller invändig isolering.

Utvändig tilläggsisolering av fasader bör alltid eftersträvas, eftersom det ger en rad stora fördelar jämfört med invändig isolering.

- Ett heltäckande isolerskikt utan avbrott för innerväggar, bjälklag el dyl ger en hög isolereffekt. Det minskar köldbryggornas effekt.
- Den befintliga väggen får en högre temperatur och blir torrare, vilket medför att dess egna värmeisolerande egenskaper förbättras.

Invändig isolering blir aktuell om man vill bevara ytterfasaden. Detta är aktuellt i t ex äldre k-märkt bebyggelse. Man måste vid invändig isolering ta hänsyn till svårigheten att tilläggsisolera hela väggytan på grund av mellanväggar, bjälklag och installationer. En

tumregel är att isolera de lättåtkomliga partierna för att inte följdkostnaderna skall bli för stora.

Metoden för utvändig isolering är ett regelsystem med mineralullskivor, ev vindskydd och fasadbeklädnad. Kostnaden beror på vilket fasadmaterial man använder. Kostnaden för puts ligger idag på ca 500 kr/m<sup>2</sup> (inkl arbete).

Metoden för invändig isolering är mineralullskiva, ångspärr och en invändig beklädnad. Det bör påpekas att en invändig tilläggsisolering aldrig blir så effektiv som en utvändig vid samma isolertjocklek beroende på att köldbryggorna blir kvar. Man kan även få fukt eller frostsador i den ursprungliga väggen då den antar en lägre temperatur.

### 2.1.2 Vindsbjälklag

Där vindbjälklag är lättillgängliga är det ofta lönsamt att tilläggsisolera. Isolertjockleken kan ökas maximalt till förhållandevis låg material- och arbetskostnad.

Vid tilläggsisolering sjunker temperaturen i utrymmet ovan isoleringen. Detta medför att risken för kondens ökar. Man bör därför se över och täta kritiska punkter som t ex rörgenomföringar samt se till att utrymmet ovan isoleringen är väl ventilerat.

Kostnaden för tilläggsisolering av vindsbjälklag varierar beroende på åtkomlighet. Priset ligger normalt kring drygt 50 kr/m<sup>2</sup> (inkl arbete).

### 2.1.3 Platta tak

Under 1960- och 70-talen byggdes en del flerfamiljshus med platta tak. På dessa är det problem med stillastående vatten, vilket medför risk för vattenskador. Då detta åtgärdas genom att man bygger upp yttertak för att få ett fall mot takbrunnarna kan man samtidigt isolera taket utvändigt. Kostnaderna för den typen av isolering med fall mot brunnarna är ca 60 kr/m<sup>2</sup> vid en medelhöjd av 10 cm (avser material + arbete för isoleringen, ej takmaterial).

### 2.1.4 Åtgärder samordnade med tilläggsisolering

För att få en bättre effekt av tilläggsisoleringen bör man kombinera den med andra åtgärder. Sådana åtgärder är injustering av värmesystemet och en sänkning av framledningstemperaturen. Man kan även prova att sänka inomhustemperaturen jämfört med tidigare. Detta är möjligt på grund av att tilläggsisoleringen ger en bättre klimatskärm och en förbättrad operativ tempera-

tur. Injusteringen höjer temperaturen i den "sämsta" lägenheten.

## 2.2 Fönster

### 2.2.1 Befintliga konstruktioner

Den övervägande delen av bebyggelsen från 1960 - 75 har kopplade tvåglasfönster. Ofta är dessa fönster i dåligt skick. Man bör dock alltid undersöka karmar och bågars kondition för eventuell återanvändning.

Orsakerna till fukt och rötskador bör också utredas så att dessa orsaker kan undanröjas, t ex med komplettering av droppbleck eller ändra utformningen av fönsterbleck o dyl. Ut- och invändiga tätningsåtgärder mellan karm och vägg kontrolleras och byts eventuellt ut till rätt princip. Diffusionstätt in mot lägenheten och diffusionsöppet men regnskyddat utåt.

### 2.2.2 Metoder

Fönsterisoleringar kan utformas och appliceras på flera olika sätt. Det som alltid måste göras, även om man väljer att komplettera med en tredje ruta eller inte, är att tätta fönstren.

Tre olika indelningar kan i grova drag göras:

1. Byta det gamla fönstret mot ett nytt
2. Använda det gamla fönstret och komplettera med ytterligare en ruta.
3. Byta den gamla innerrutan mot ny i lågenergi-glas.
4. Övriga arrangemang typ persienner, isolerad fönsterlucka, rullgardiner, metalliserande filmer o dyl.

Att byta det gamla fönstret mot ett nytt gör att man kan påverka fler egenskaper än bara värmeisolering och tätning. Man kan få fönstret handikappanpassat, barnsäkert, intrångssäkert osv (lågemissionsglas), dvs ett glas med goda värmeisolerande egenskaper som dessutom lätt släpper in den kortvågiga solstrålningen.

Konvertering av befintliga tvåglasfönster till tre-glasfönster kan ske på olika sätt.

- Ena glaset byts mot förseglad tvåglasruta.
- Komplettering med ytterligare ett glas på utsidan, insidan eller mellan de ursprungliga glaset.



- Bågar inkl glas byts mot förseglat treglas.

Den billigaste lösningen är ett extra glas på insidan.

### 2.2.3 Komfortfördelar

Fönsterisoleringens primära uppgift är att nedbringa de stora transmissionsförlusterna i form av värme.

Andra fördelar som vinns är t ex

- att man får en högre yttemperatur på fönstret vilket ger möjlighet till lägre rumstemperatur
- att risken för kallras och kondens minskar
- att man får en ljudisolering i förhållande till utomhusbuller.

### 2.2.4 Energisparpotential

Energibesparingar genom olika isoleråtgärder beror inte bara på isoleringsmetoder utan också på fastighetens geografiska läge, orientering, storlek o dyl.

Den största besparingen av de tidigare nämnda metoderna får man av ett nytt LE-fönster som är bra tätat. Man kan då få besparingar upp till ca 330 kWh/m<sup>2</sup> fönsteryta och år.

Sätter man in ett tredje glas i ett tvåglasfönster kan man i medeltal spara ca 75 kWh/m<sup>2</sup> fönster och år i Malmö och 120 kWh/m<sup>2</sup> fönster och år i Luleå.

Åtgärder som persienner, rullgardiner och metalliserade filmer kan medföra relativt stora besparingar men känsligheten för skötsel och installation är stor.

### 2.2.5 Kostnader

Kostnader för insticksfönster (en ruta ersätts med 2-glas isoleryta) och ett nytt treglasfönster (1 + 2) är ca 1 000 kr/m<sup>2</sup>. Vill man ha LE-glas får man lägga till ca 200 kr/m<sup>2</sup>. Kostnader till byte av gammal innerruta till LE-glas ca 500 kr/m<sup>2</sup>.

Sätter man in nya fönster tillkommer kostnader för montering och efterlagning.

## 2.3 Balkonger, vindfång

### 2.3.1 Inglasning av balkonger

En inglasning av balkonger eller liknande utrymmen bör göras med utgångspunkt från miljöaspekter för de boende. Den eventuella energibesparing som teoretiskt kan erhållas kan många gånger vara obefintlig i praktiken. Däremot kan man eventuellt erhålla ett extra utrymme i lägenheten som inte kostar någon extra uppvärmning. Om man kan lösa inglasningen så att den utnyttjas energieffektivt kan man räkna med ett teoretiskt solenergitillskott på ca 1 000 kWh per lägenhet (balkong). Detta kan t ex ske genom samordning med förvärmning av ventilationsluften genom att uteluftsintagen placeras här.

#### Kostnader

Kostnaderna för inglasningar varierar kraftigt beroende på utförande och befintlig balkongkonstruktion.

### 2.3.2 Köldbryggeeffekter

I befintliga byggnadskonstruktioner från 60- och 70-talen är ofta balkonginfästningen en kraftig köldbrygga. Vid renovering av balkongen kan utbyte bli aktuellt. Det säkraste sättet att då undvika köldbryggor är utanpå fritt hängande balkongkonstruktioner. Dessa hängs upp i vindsbjälklaget.

Kalla golv och väggytor ger på grund av köldbryggor upphov till att rumstemperaturen måste hållas hög. Detta för att kompensera kallstrålning från de kalla golven. Den energibesparing man kan nå genom att undanröja köldbryggor erhålls således, förutom genom minskade transmissionsförluster vid köldbryggan, även genom möjligheten till en lägre rumstemperatur. Kostnader för åtgärder av köldbryggor varierar kraftigt beroende på åtgärdens omfattning. Oftast kan det vara svårt att motivera åtgärderna ur en ren energiekonomisk synvinkel. Åtgärderna bör lämpligen samordnas med t ex renovering av fasader och balkonger.

### 2.3.3 Vindfång

Komplettering med vindfång vid entréer kan vara av nytta i hus med loftgångsentré till lägenheterna. Framst bidrar vindfången till en komfortförbättring i lägenheter med F-ventilation (frånluftsventilation). I denna typ av lägenheter med stort undertryck får man vintertid in mycket kallluft direkt via entrén.



Ur energisynpunkt gör vindfången mest nytta i hus med FT-ventilation. Detta på grund av att läckaget i entrén här blir ett extra ventilationsflöde. Detta sker inte i samma grad vid F-ventilation där en viss mängd uteluft alltid skall tas in direkt i lägenheten. Se även figur 2-2 Värmeåtervinning i F- och FT-system.

#### 2.4 Täthet i klimatskärmen

Tätningssåtgärder mot luftläckage kan ofta vara en av de viktigaste åtgärderna ur energisynpunkt. Det är också ofta en enkel och billig åtgärd. Även ur komfortsynpunkt är det viktigt att täta mot "kalldrag", vilket möjliggör en sänkning av rumstemperaturen och därmed en energibesparing (jfr 2.4.2 Köldbryggeeffekter).

I höga hus är det också viktigt att täta mellan lägenheterna i höjdlid för att undvika en för stor tryckdifferens i huset på grund av de termiska krafterna. Exempel på otätheter är ventilationsschakt och rörschakt.

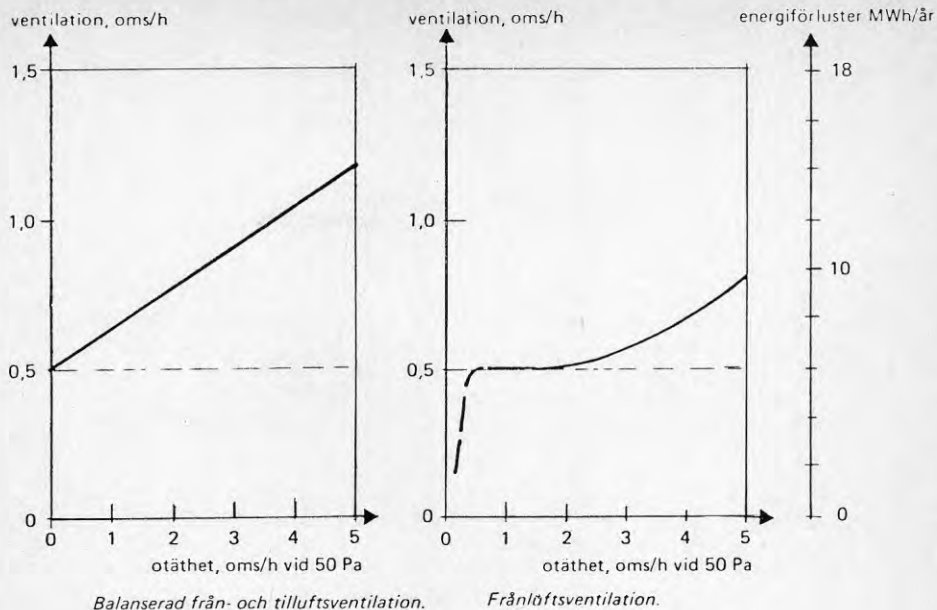
Som påpekats under pkkt 2.3.3 Vindfång är det viktigt att i hus med FT-ventilation (balanserad ventilation) genom hög täthet i klimatskärmen undvika extra okontrollerade luftflöden.

Otätheten mellan bjälklag och ytterväggar är en vanlig orsak till upplevelsen av kalla golv. Åtgärdas detta kan ofta rumstemperaturen sänkas med energibesparing som följd.

Då tätning av fönster och ytterväggar sker i hus med enbart mekanisk frånluft, F-ventilation, är det viktigt att se över tilluftsventilernas funktion och placering. Då klimatskärmen tätas medför detta att ett större flöde tas in via tilluftsventilerna än tidigare vilket ofta kan medföra komfortproblem, då dessa ofta har både en dålig funktion och en dålig placering.

Energibesparingen och kostnaderna för tätningssåtgärder varierar kraftigt men ger oftast ett gott ekonomiskt utfall.

I byggnader med självdragsventilation saknas ibland tilluftsventiler varför man vid tätning bör komplettera med åtgärder för att tillföra tilluften. Resultatet kan annars bli en för dålig ventilation med såväl fuktproblem som dålig luftkvalitet som följd.



(Ovanstående figurer från BFR T:4 1979, P.O. Nylund)

### 3. INSTALLATIONSTEKNISKA MÖJLIGHETER

#### 3.1 Ventilation

##### 3.1.1 Ventilationsprinciper i 60- och 70-talshusen

Det vanligaste sättet att ventilera ett flerbostadshus är genom mekanisk ventilation, antingen frånluftsventilation (F-vent) eller från- och tilluftsventilation (FT-vent). Självdragsventilation (S-vent) förekommer i mycket liten omfattning

Beskrivn	Flöden oms/h	Injustering
S-vent	0,2 - 1	mycket svårt
F-vent	0,5 - 1,2	lätt (tilluften dock svår att justera)
FT-vent	0,6 - 1,1	Teoretiskt lätt men i praktiken ofta svår att få bra

### 3.1.2 Åtgärder för värmeåtervinning

Som framgår av pkt 3.1.1 förekommer i 60- och 70-talsbebyggelsen främst F- och FT-ventilation. Då man har F-ventilation är värmeåtervinning lämpligast att utföra med värmepumpsteknik där värme tas ur frånluften genom att denna kyls med en kylmaskin (värmepump) och överför värme till såväl tappvarmvattenberedning som till radiatorkretsen.

Hur långt frånluften skall kylas och hur den skall kopplas in på värmesystemet är en dimensioneringsfråga som bör studeras speciellt för varje objekt. (Se vidare separat avsnitt om värmepumpsteknik.) Ofta kan man återvinna så pass mycket värme ur frånluften att den levererade värmemängden täcker större delen av varmvattenförbrukningen samt en betydande del av årsenergin för radiatorvärme.

Hus med frånluftsaggregaten samlade på ett fåtal ställen har oftast de bästa förutsättningarna för en god lönsamhet med frånluftsvarmepumpar (FVP).

I byggnader med FT-ventilation har man flera tekniska möjligheter för värmeåtervinning ur frånluften. Om till- och frånluftsaggregaten är placerade i varandras närhet bör man eftersträva att värmeväxla i en luft/luft-värmeväxlare där frånluften direkt överför värme till tilluften. Om detta av utrymmesskäl eller på grund av aggregatens placering är olämpligt kan man värmeväxla via vätskekopplade värmeväxlarbatterier med pumpcirkulation emellan. Denna typ av värmeväxling ger dock en lägre energiverkningsgrad, ca 40 - 50 %, jämfört med 60 - 70 % för luft/luft-växlare. (Ser man på årsverkningsgraden, blir det i praktiken något lägre värden för båda typerna.)

Ett annat alternativ är att även för FT-system utnyttja värmepumpsteknik, speciellt då aggregaten är placerade på olika plan i huset. Då görs på motsvarande vis som för FVP i F-system med det tillägget att värme dessutom tillförs från värmepumpen för värmning av tilluftsventilationen

Oavsett systemtyp eller val av värmeåtervinningsalternativ är det viktigt att först se över luftflödet i systemet, dels totalt och dels fördelningen (injusterings). Om flödet justeras ner skall man kontrollera om köksventilationen behöver kompletteras med t ex extra forcering eller s k volymkåpa över köksspisarna.

### 3.1.3 Kostnader

Investeringskostnaden varierar beroende på utförande och teknikval inom intervallet 20 - 200 kr/m<sup>2</sup> lägenhetsyta och år.

### 3.1.4 Komfortaspekter

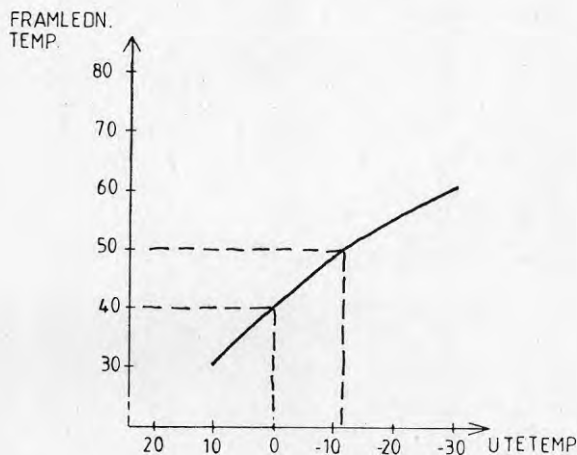
Då man investerat för värmeåtervinning i ventilationssystemet är det viktigt att de boende upplever ventilationen i lägenheterna som god. Om så ej är fallet uppstår risken att de boende sätter igen ventiler och istället ventilerar genom vädring, varvid effekten av värmeåtervinningen försämras. Det är därför av stor vikt att se över tilluftsdonens utformning, funktion och placering för att förebygga olägenheter med drag och ljud.

### 3.2 Sänkning av maximal fram- och returlednings-temperatur - ökande möjlighet för värmepumpar

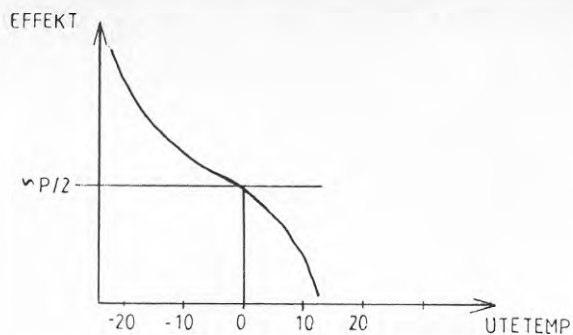
Vid installering av en värmepump i ett befintligt värmesystem bör systemet inte ha en temperatur över 55 - 60°C vid värmepumpens dimensionerande punkt. Detta beroende på att värmepumpens värmefaktor och kompressorns livslängd minskar vid höga kondenserings-temperaturer.

I bostadshus byggda mellan 1960 och 1975 användes dock stora säkerhetsmarginaler vid dimensioneringen. Med konventionellt utförande får man därför omkring +40°C ingångstemperatur vid 0°C utetemperatur och +60°C vid -20°C ute. Den vanliga dimensioneringen ger därför totalekonomiskt acceptabla radiatorytor för värmepumpen. Se figur 3.1.

Eftersom den ekonomiskt optimala värmepumpstorleken ligger mellan 40 och 50 % av effektbehovet skall inte temperaturnivån i normala fall vara en begränsande faktor.



Figur 3.1 Framledningstemperatur i förhållande till utetemperatur



Figur 3.2 Varaktighetsdiagram

Energitäckningsgraden för värmepumpar med 40 - 50 % av maximalt effektbehov kan beräknas till mellan 70 och 80 %.

I flerbostadshus från 60- och 70-talen är termostatventiler mycket vanliga. Detta är inte enbart till fördel om inte samtidigt framledningstemperaturen kan anpassas till behovet - utetemperatur. Det innebär att termostatventilerna visserligen ger låg returtemperatur från radiatorerna men samtidigt sänkt värmebärarflöde. Detta kräver en högre utgående temperatur från värmepumpen vid en viss effekt och därmed oförmanligare värmepumpsdrift.

Tappvarmvattentemperaturen kan i vissa fastigheter vara ca 60°C. Den temperaturen bör sänkas till ca 50°C för att en värmepumpsinstallation skall vara ekonomisk. Då erhålls minst 47°C vid tappstället.

Vid en sänkning av framledningstemperaturen kan det uppstå problem i lokaler med värmebatterier för luft, t ex i butiker. Detta kan lösas genom ett byte till en typ som dimensioneras för den lägre temperaturen eller komplettering med en elektrisk luftvärmare.

### 3.3 Styr- och reglerfrågor

Byggnader från 1960- och 70-talen är normalt utrustade med reglerautomatik för värmesystem och varmvattenberedning.

Denna utrustning kan ändå i många fall behöva justeras, kompletteras eller bytas ut helt, beroende på hur väl den underhållits.

Vid förnyande av reglerautomatiken bör man beakta följande:

1. Det är oftast inte meningsfullt att finreglera "tröga" byggnader. Flerbostadshus är oftast byggda i så värmetröga material att tidkonstanten är flera dygn. En grov följsamhet med utomhustemperaturen är oftast fullt tillräcklig. Det är snarare av vikt att lägga in en tröghet i regleringen så att byggnaden "hinner med" förändringar i värmesystemet.

Däremot är det viktigt att ha ett bra regler-system för ventilationssystem med styrd tillluft. Tidskonstanten för ett luftsystem är i stället väldigt kort vid effektförändringar.

2. Har huset behov av nattsänkning? Det är oftast på natten som de boende finns i huset. Energibesparingen med nattsänkning i värmetröga hus är marginell. Oftast erfordras högre abonnerad effekt än den nödvändiga för att på morgonen åter höja värmen med högre effekt.

Värms huset med värmepump eller system med nattackumulerad energi är det direkt olämpligt med nattsänkning av värmen.

3. Tidsstyrning av ventilation är det lämpligt och när skall ventilationen minskas?

Om man har en F-ventilerat hus bör man ha kontinuerlig drift och i stället investera i värmeåtervinning.

Har man ett FT-ventilerat hus kan man i vissa fall stänga av tillluftsfläktarna nattetid och låta husets otätheter tillföra tilluften. Man bör dock undersöka hur och var luften kommer in i lägenheterna så att inte "kalldrag" uppstår. Man bör också beakta att det finns flest människor i husen nattetid och att minventilationskraven ej underskrids.

4. Är värmesystemet försett med radiatortermostatventiler? Är dessa maxbegränsade? Känner termostatkroppen en representativ rumstemperatur? Svaren på dessa frågor avgör många gånger om termostatventilerna har möjlighet att bidra till energibesparingen eller ej. Det kan ibland vara bättre att satsa på en bra inreglering av systemet och låta byggnadens värmetröghet jämna ut de små effektvariationerna.

I lägenheter med stora fönster i soligt läge kan bra termostatventiler göra god nytta.

5. Är det intressant med datoriserade styr- och regler-system? Dessa system är oftast lämpligast i mer komplicerade anläggningar än de som förekommer i bostäder.



Ett motiv att utnyttja datatekniken kan vara att få ett mät- och övervakningssystem för uppföljning av driftdata. Man bör dock tänka på att stämma av systemets komplexitet mot driftpersonalens kompetensnivå.

### 3.4 Kall- och varmvatteninstallationer

#### 3.4.1 Tappvatteninstallationer

De olika sparåtgärderna i en fastighet gör att tappvarmvattensystemet får relativt sett större betydelse.

Armaturer för att spara tappvatten finns idag på marknaden, s k lågflödesblandare. De ger ungefär halva flödet jämfört med konventionell armatur vid ett visst tryck.

Besparingen av varmvattenflödet för lågflödesblandaren jämfört med en vanlig lätthanterlig engreppsblandare har diskuterats. De undersökningar som gjorts visar ingen skillnad dem emellan. Men man gör en besparing på upp till 25 % av varmvatten vid installation av dessa jämfört med vanliga tvågreppsblandare.

Priset för installation av engreppsblandare är lika för både normalflödes- och lågflödesblandaren. Kostnaden per lägenhet är ca 1 200 kr inberäknat dusch, tvättställ och kök.

För att ytterligare spara tappvatten kan sparkoppar monteras i toalettstolarna för att reducera spolvolymer.

#### 3.4.2 VVC-flöden

Varmvattencirkulationen i byggnader från 1960- och 70-talen är normalt i drift dygnet runt. En möjlighet till energibesparing är att stoppa cirkulationen nattetid. Hur stor denna energibesparing blir är väldigt varierande. Främst beror det på VVC-flödet och rörisoleringens standard.

Vid utnyttjande av värmepumpsteknik med varmvattenackumulering kan många gånger den kontinuerliga varmvattencirkulationen genom ackumulatorer orsaka driftproblem för värmepumpen. I dessa fall bör man lösa värmningen av VVC-kretsen separat med t ex en elkast eller annan spetseffekt.

#### 3.4.3 Tvättstugor

Utvecklingen som skett på tvättmaskiner, för att minska driftkostnaden, är framför allt en effektivisering av tvättprogrammen. Vid nyinvestering kan tvätt-



kostnaden minska med upp till 600 kr/hushåll, år beroende på standarden på de befintliga tvättmaskinerna.

Energiförbrukning för torkning av tvätt varierar beroende på utrustning; ett torkrum förbrukar mellan 3-5 kWh/h, ett torkskåp ca 1 kWh/h och en torktumlare ca 0,6 kWh/h. Väljer man en torktumlare med värmepump kan energiförbrukningen minska till 0,3 kWh/h. Skillnaden i driftkostnad mellan ett torkskåp och en torktumlare med värmepump är drygt 100 kr/hushåll och år.

### 3.5 Avloppsenergi

Att utnyttja den energi som avloppsvattnet innehåller är svårt att genomföra för enskilda fastigheter eller i utspridda system. Detta på grund av den begränsande avloppsmängden och att flödet varierar starkt i tiden.

I gruppbebyggelse med samlat avloppsvatten finns möjlighet till återvinning av energi med t ex värmepump. För att utnyttja denna energi effektivt bör en bassäng byggas för att utjämna flödet samt kombinera värmepumpen med ett värmelager.

## 4. **VÄRMEFÖRSÖRJNING**

Vid val av alternativ för värmeförsörjningen bör man först klargöra om man vill ha en lokal lösning i varje byggnad eller ett centralt system för flera hus.

I 60- och 70-talsbebyggelse är det vanligt med sk gruppcentraler för flera byggnader i samma område. I dessa områden är det oftast lämpligt att behålla den centrala värmeförsörjningen och eventuellt komplettera med t ex frånluftsvärmepumpar i de enskilda husen.

Den teknik som kan vara aktuell för gruppcentraler med även för lokala system är:

- **Värmepumpsteknik**, som behandlas i ett speciellt kapitel (4.1).
- **Fastbränsleteknik**, som installeras i en befintlig anläggning. Där bör hänsyn tas till bränslelager samt stoftrening som ofta bygger mycket i höjddled.
- **Oljeanläggning**. Ta ställning till om man skall behålla den gamla pannan och byta t ex brännare eller byta mot en ny effektivare panna.
- **Elvärme**. Man bör ta hänsyn till differentierade taxor och sannolikheten att priset på el kommer att öka i framtiden.

Den teknik som finns för externa system är **fjärrvärme**, där kostnaden framför allt konkurrerar med oljeanläggning och fastebränsleteknik.

Några faktorer att beakta vid val av värmeförsörjningsstrategi kan vara:

1. Anpassning till yttre förutsättningar såsom energitaxor (el, fjärrvärme) samt kommunala systemens planer, utbyggnadstakt etc.
2. Vad det finns för lokala naturvärmeförutsättningar samt värmelagringsmöjligheter etc.
3. Om systemets utformning skall vara flexibelt för framtida förändringar och ny teknik.
4. Hur förvaltningens organisation ser ut för driften och hur driftpersonalens kompetens är anpassad till systemvalet.

#### 4.1 Värmepumpar i yngre ROT-objekt 1960 - 1975

##### 4.1.1 Bakgrund

Varför använder vi värmepumpsteknik? Jo, 50-70 % av värmepumpens avgivna energi utgörs av gratisenergi som hämtas ur omgivningen. Vårt behov av primärenergi sjunker således till 30-50 %. Detta är tilltalande både ur privat- och samhällsekonomisk synvinkel.

Privatekonomiskt blir värmepumpen lönsam om installationens kapital- och underhållskostnader blir lägre än inbesparade driftkostnader.

Samhällsekonomiska fördelar är bl a minskad energiimport, ökad sysselsättning och bättre utnyttjande av inhemsk energi. De privat- och samhällsekonomiska målen måste alltid uppfyllas.

Privatekonomiskt styrs lönsamheten främst av ränteläge och energipriser.

Samhällsekonomiska styrmedel som punktskatter och investerings- och räntebidrag har till syfte att påskynda utvecklingen i rätt riktning. Går utvecklingen för fort eller når den alltför stor omfattning kan dessa styrmedel snabbt förändra situationen.

Det är med andra ord mycket svårt att bedöma lönsamheten i en värmepumpsinstallation i det längre tidsperspektiv som är nödvändigt att anlägga för att överhuvud taget nå acceptabla kapitalkostnader.

Värmepumpstekniken har under det sista årtiondet kommersialiserats. Detta med hjälp av subventioner och ett kraftigt stigande oljepris.

Själva värmepumpen har utvecklats till en driftsäker produkt. Olika värmekällor har provats samtidigt som tekniken att hämta värme ur dem har finsliplats.

Driftstrategi och inkoppling till värmesystemet är av största betydelse och en rad alternativ finns för att möta specifika krav på värme, varmvatten och luftbehandling.

Hur kan då detta användas vid ROT-ombyggnad av 60- och 70-talsfastigheter?

För att besvara detta tittar vi på vad en typisk värmepumpinstallation innehåller:

- fastläggande av verkligt värmebehov
- anpassning av värmesystem
- anpassning av varmvattensystem
- fastläggande av styrstrategi
- val av värmekälla
- val av värmepump

Fastläggandet av det verkliga värmebehovet är mycket viktigt för att styrstrategi och energikalkyl skall bli riktiga. Här är det inte bara fråga om effektens varaktighet utan också temperaturkraven i systemet. Låga temperaturer ger bra utnyttjande av värmepumpen och det är viktigt att en anpassning av värmesystemet sker i form av injustering och eventuella kompletteringar.

Skall varmvatten beredas med hjälp av värmepump är det nödvändigt att anpassa systemet för lägre temperatur och begränsad effekt. Ackumulering blir nödvändigt för att klara dygnsvariationerna.

Styrstrategi skall väljas för bästa utnyttjande av installationen. Frågor som bör få svar är huruvida både värme och varmvatten skall produceras, hur prioritering i så fall skall ske och hur samkörning med tillsatsvärme skall styras.

Valet av värmekälla är också viktigt. De vanligaste värmekällorna och det grundkrav som bör vara uppfyllt är:

<u>Värmekälla</u>	<u>Krav</u>
Berg	Ej för långt till berg?
Ytjord	"Värdelös" mark tillgänglig?
Sjö	Närhet till sjö - några hundra m?
Grundvatten	Tillgång och omsättning?
Uteluft	Ljudproblem?
Frånluft	Enkel att samla ihop?

I Övrigt får speciella omständigheter och anläggningens totalekonomi styra valet av värmekälla.

Vid val av värmepump är det viktigt att välja typ och fabrikat så att driftsäkerhet och servicemöjlighet uppnås - anläggningen måste ju vara i drift hela tiden för att energibesparingskalkylen skall innehållas.

#### 4.1.2 Möjlig insats

Den marginella kostnaden för utökning av effekten i ett värmepumpsystem är trög och en viss minsta utnyttjningstid krävs för att denna skall bli lönsam och relativt alternativet.

Detta och det faktum att värmepumpsteknikens komplexitet minskar systemets redundans leder till minst s k bivalenta system.

Det behövs en kompletterande uppvärmningsanordning med lägre effektkostnad för att klara värmeförsörjningens effekttoppar och som samtidigt kan utgöra reserv.

Det gäller att finna bästa kombinationen av värmepumpsystem och tillsats/reserv m a p både teknik och produktionsinsats.

Generellt kan sägas att ju mindre värmepumpen görs desto längre utnyttjningstid och bättre ekonomi får den, men samtidigt måste hårdare krav ställas på tillsatsvärmens ekonomi för att systemets totalekonomi inte skall äventyras.

Speciella förutsättningar som hög temperatur hos värmekällan eller låg temperatur i värmesystemet vilka förbättrar anläggningens verkningsgrad påverkar naturligtvis också systemutformningen.

För den här aktuella bebyggelsen är värmesystemet ofta av 60/40-typ. Mekanisk frånluft är den vanligaste ventilationsformen och varmvattentemperaturer på 45°C - 55°C bör kunna accepteras.

Med dessa förutsättningar och normal värmepumpsdimensionering - hela varmvattenbehovet och upp till ca 50 % av erforderlig uppvärmningseffekt - kan de mest kostnadseffektiva värmepumparna med R22 användas.

Värt att notera i sammanhanget är att valet av injusteringsprincip inte nämnvärt påverkar värmepumpens insatsmöjligheter så länge den dimensioneras för ca 50 % effekttäckning.

Minskar värmepumpens storlek under 50 % är lågflödesystemet att föredra och omvänt gynnas värmepumpdriften i ett lågtemperatursystem om värmepumpeffekten överstiger 50 %.

Värmepumpen bör kopplas in i värmesystemets returledning - helst via ackumulator för undvikande av delastdrift och med behovsstyrd utgående temperatur.

Värmepumpen kan också parallellt med inkopplingen till värmesystemet kopplas för att via en värmväxlare bereda varmvatten. Ett ofta återkommande problem vid varmvattenberedning är återvärmning av VVC-förlusten under nattetid som alltså bör ägnas särskild uppmärksamhet.

Värmepumpens storlek beror på val av värmekälla samt av de allmänna ekonomiska omständigheterna.

I hus med mekanisk frånluftventilation utgör frånluften en naturlig värmekälla. Den är temperaturstabil och har god varaktighet. Problemet är att dess energiinnehåll inte räcker till mer än ca 40 % energitäckning.

I **punkthus** med centrala frånluftfläktar blir installationskostnaden relativt låg och värmekällan därmed billig.

I **lamellhus** kan uppsamlingen av värme från flera huskroppar med många utblåsningsställen bli en alltför kostsam teknik. Dessutom kan ansefliga värmemängder förloras i ett vitt förgrenat uppsamlingsnät - speciellt om uppsamlingen görs på luftsidan.

Slutsatsen blir att i punkthusen bör frånluften användas - eventuellt i kombination med annan värmekälla om större effekttäckning motiveras ekonomiskt. I lamellhusen bör man i första hand undersöka annan värmekälla.

De övriga värmekällor som generellt är gångbara är uteluft, berg- och grundvattenvärme.

Avslutningsvis har besparingspotentialen beräknats för en lägenhet om 75 m<sup>2</sup> med förbrukningen 157 kWh/m<sup>2</sup>,år = 21 l olja/m<sup>2</sup>,år. Beräkningarna har gjorts för dels frånluftvärmepump dels för bergvärmepump.

#### Frånluft

Frånluftmängd		90 m <sup>3</sup> /h
Kyleffekt vid kylning till +5°C		0.450 kW
Motsvarande värmeeffekt vid $\Delta = 3$		0.675 kW
Förbrukad eleffekt inkl pumphar och fläktar		0.250 kW
Värmepumpen ger	varmvatten	3 500 kWh/år
	värme	1 600 kWh/år
	och förbrukar el	1 900 kWh/år
Utnyttjningstiden blir		7 500 tim/år



## Bergvärme

Värmepumpeffekt		2,5 kW
Förbrukad eleffekt vid $\theta = 2.7$ inkl pumpar		1.0 kW
Värmepumpen ger	varmvatten	3 500 kWh/år
	värme	7 000 kWh/år
och förbrukar el		6 200 kWh/år
Utnyttjningstiden blir		4 200 kWh/år

## 5. TYPHUS

I det följande ges exempel på åtgärder och åtgärds-paket applicerade på tre typhus placerade i Stockholmsklimat.

### Förutsättningar Typhus 1 - 3

Energipris - värme, el	300 kr/MWh
Varmvattenandel	20 %
Pris tappvatten	8 kr/m <sup>3</sup>
Normallägenhetsyta	70 m <sup>2</sup>

I bilaga 1 visas ett beräkningsexempel.

### Typhus 1 - lamellhus 1960-70

#### Beskrivning

3-vånings lamellhus med betongstomme. Byggnadsår 1960-70. Väggar av utfackningstyp med 100 mm mineralull mellan reglar och 1/2-stens tegelfasad. Fönsterlösa gavlar av betongelement isolerade med mineralull. Balkongerna är indragna från fasadlivet. Fönstren är kopplade med 2-glasrutor och karmarna är i relativt gott skick. Taket är platt och inåtlutande. K-värdena för väggar och tak är cirka 0.4 respektive 0.3.

Ventilationssystemet är av FT-typ, där till- och frånluftsggregat är placerade i varandras närhet. Husen värms med fjärrvärme. Hustypen utgjorde basen för miljonprogrammet.

Redan vidtagna energisparåtgärder på slutet av 70-talet: Fönstertätning, injustering samt sänkning av inomhustemperaturen, termostater på vissa radiatorer, strypning samt tidsstyrning av ventilationen.

Energiförbrukning cirka 240 kWh/m<sup>2</sup>,år.

## Åtgärder

### 1. Förnyade basåtgärder

Komplettering av termostatventiler på samtliga radiatorer. Injustering av värmesystemet så att lågt flöde över radiatorerna erhålls. Byte av tätningslister i fönster.

### 2. Vattenbesparing

Byte av samtliga blandare till lågflödesblandare av ettgreppstyp. Vid framtida byte av toalettstolar väljs 6-litersmodeller eller, där så är möjligt, 3-litersmodell kombinerat med hävert.

### 3. Komplettera 2-glasfönster till 3-glasfönster

I samband med tätningen av fönstren kompletteras fönstren med en extra ruta på insidan.

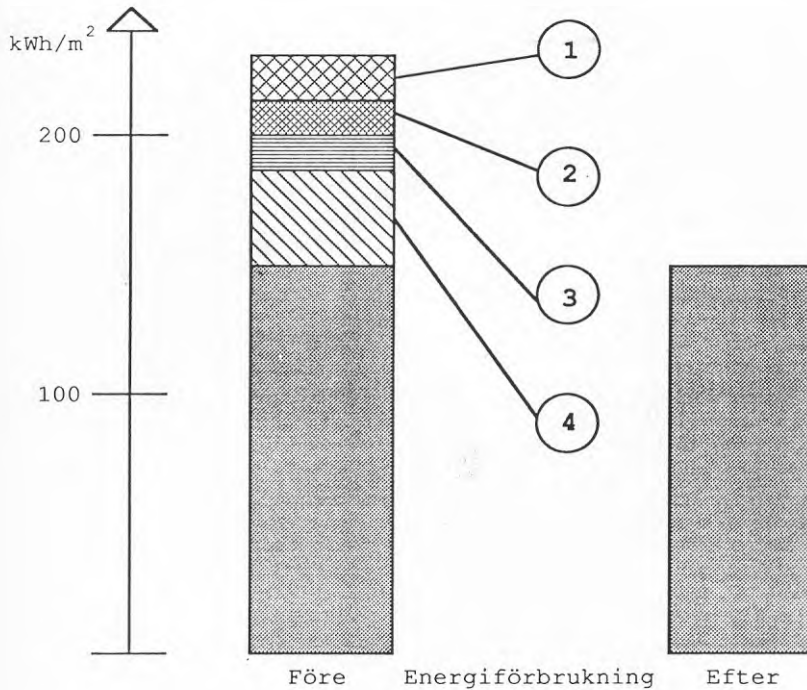
### 4. Värmeåtervinning, ventilation

Luft-luft-värmeväxlare installeras på de ställen där tilluft- och frånluftaggregaten ligger bredvid varandra.



Tabell 1 Resultat av energisparåtgärder i typhus 1

Åtgärd	Besparing kWh/lgh, år	Invest kr/lgh	Resultat år 1 kr/lgh	Nuvärde 20 år, 10% kr/lgh
1. Förnyade basåtgärder	1 400 (8 %)	650	400	2 900
2. Vatten- besparing	860 (5 %)	2 000	50	200
3. Tilläggs- glasning	1 200 (7 %)	2 800	80	300
4. Värmeåter- vinning, ventilation	2 700 (16 %)	6 300	180	600



Betydelse av siffror i ring enligt tabell ovan

## Typhus 2 - Punkthus, 60-talet

### Beskrivning

9-vånings punkthus med betongstomme. Byggnadsår 1955-65. Väggarna är i de nedre våningarna av lättbetong, motgjutna på insidan med betong. I de övre tre våningarna är väggarna av lättbetongblock. Fasadytan är av puts och är illa åtgången av väder och vind. Taken är platt och bjälklaget består av en betongplatta delvis isolerad med mineralull eller masugns-slagg täckt med överbetong. K-värdena för väggar och tak är 0.9 resp 1.1. Fönstren är kopplade 2-glasskivor och är även de i dåligt skick. Ventilationen är av F-typ och ger en omsättning på cirka 0.9 oms/h

### Tidigare vidtagna åtgärder

Injustering av värme med temperatursänkning, termostatventiler för radiatorer i sydlägena, strypning av ventilation, fönstertätning.

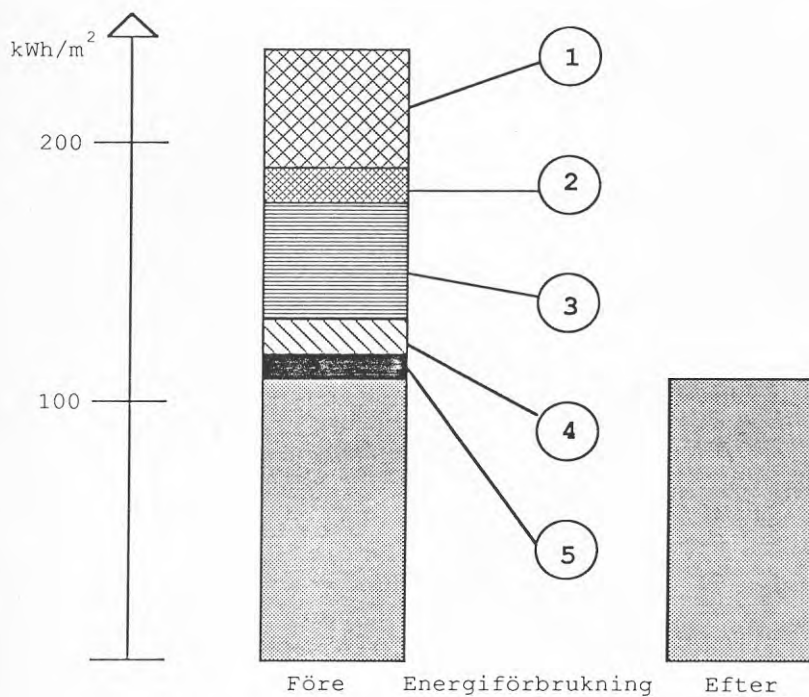
Energiförbrukning cirka 270h kWh/m<sup>2</sup>,år.

### Åtgärder

1. Tilläggsisolering fasader och tak. Här lönsam.
2. Byte av fönster till 3-glasmodell. Investeringen framflyttad 5 år i samband med tilläggsisoleringen.
3. Frånluftsvärmepump för varmvatten och en del värme.
4. Varmvattenbesparande blandare.
5. Noggrann injustering efter installation av frånluftsvärmepump och tilläggsisolering.

Tabell 2 Resultat av energisparåtgärder i typhus 2

Åtgärd	Besparing kWh/lgh, år	Invest kr/lgh	Resultat år 1 kr/lgh	Nuvärde 20 år, 10% kr/lgh
1. Tilläggs isolering	4 000 (20 %)	9 400	260	820
2. 3-glas- fönster	1 350 (7 %)	3 500	50	-
3. Frånlufts värmepump	4 200 (22 %)	5 500	700	5 300
4. Vattenspar- blandare	860 (5 %)	2 000	50	200
5. Noggrann injusterings	600 (3 %)	300	150	1 200



Betydelse av siffror i ring enligt tabell ovan

## Typhus 3 - Skivhus, 70-talet

### Beskrivning

9-vånings punkthus med betongstomme, bärande mellanväggar och fasadelement i betong. Väggarna är isolerade med mineralull. Takbjälklaget består av armerad betong isolerad med mineralullsfilt eller lättbetongskross. K-värdena för väggar och tak är 0.45 resp 0.70. Fönstren är kopplade med 2-glasrutor och är i behov av renovering. Ventilationen är av FT-typ där tillufts- och frånluftsaggregat ej är samlade. Luftomsättningen är cirka 0.7-0.8 oms/h. Temperaturen i lägenheterna är starkt varierande med kalla hörnlägenheter. Badrummen är i mycket dåligt skick med fuktskador och slitet sanitetsporsslin.

### Tidigare vidtagna åtgärder

Fönstertätning, termostatventiler på radiatorer, strypning av ventilationen.

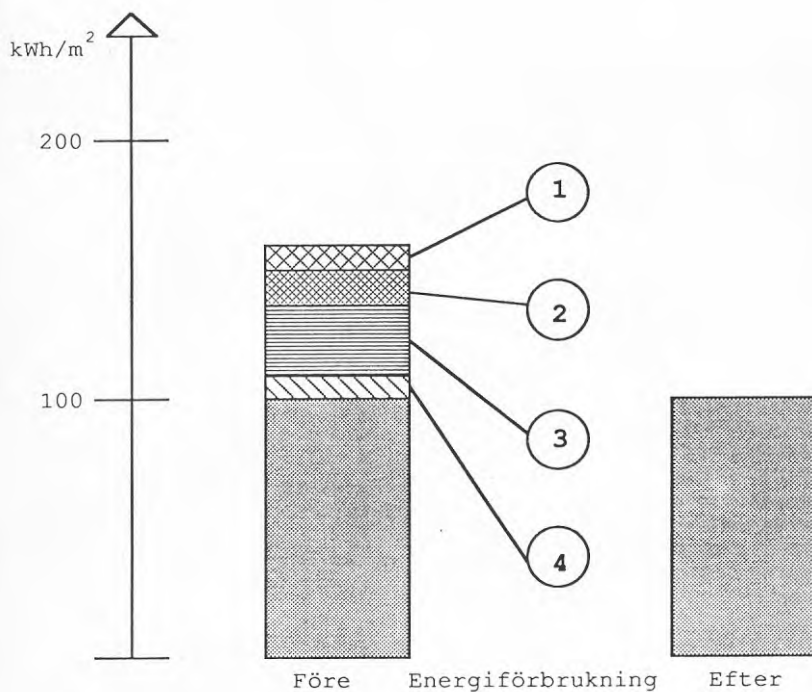
Nuvarande energiförbrukning cirka 260 kWh/m<sup>2</sup>,år.

### Åtgärder

1. Renovering av fönster, tätning, extra glasruta på insidan.
2. Byte till snålspolande armaturer samt 3-liters WC-stolar med hävert i samband med renovering av badrum.
3. Installation av kopplade värmeväxlare mellan från- och tilluft, FTX.
4. Injustering av värme- och ventilationssystem kombinerat med temperatursänkning. Installation av stamregleringsventiler. Ny reglerautomatik-värme.

Tabell 3 Resultat av energisparåtgärder i typhus 3

Åtgärd	Besparing kWh/lgh, år	Invest kr/lgh	Resultat år 1 kr/lgh	Nuvärde 20 år, 10% kr/lgh
1. Fönster- renovering	1 300 (7 %)	2 900	100	420
2. Snålspolande armaturer	1 000 (9 %)	2 200	280	2 100
3. FTX	3 000 (16 %)	4 200	480	3 500
4. Injustering ny regler- automatik	1 100 (6 %)	600	270	2 200



Betydelse av siffror i ring enligt tabell ovan

## 6. LAGAR, FÖRORDNINGAR, NORMER

### 6.1 Dagens situation

Låne- och bidragsmöjlighetsanpassat byggande. Åtgärder styrs av SPN och BOFS.

De lagar som styr **utformningen** av byggnationen är Byggnadslagen och Byggnadsstadgan. Den praktiska tillämpningen finns redovisad i Svensk Byggnorm (SBN). SBN innehåller föreskrifter samt exempel och lösningar som uppfyller krav enligt byggnadsstadgan.

Föreskrifterna är tvingande krav för myndigheter och enskilda.

Exempel och lösningar är rådgivande förtydliganden.

De myndigheter som handhar kontrollen av att SBN följs är i första hand kommunernas byggnadsnämnder. Länsstyrelsen har länsvis översyn medan förordningar inom riket fastställs via Statens Planverk. Via Bostadsstyrelsens författningssamling (BOFS) styrs den ekonomiska delen av byggnadsåtgärderna.

Den ekonomiska kontrollen handhas av Kommunernas förmedlingsorgan, Länsbostadsnämnden och Bostadsstyrelsen. I vissa mycket speciella fall inkopplas även Bostadsdepartementet.

Hyreslagen inverkar på så sätt att bruksvärdeshyran är den maximala hyran som kan tas ut i respektive kommun. Hyreslagen blir därmed normerande för maximalt nedlagd kostnad i resp projekt.

I dagens situation får man långa handläggningstider då många myndigheter (LBN, FO, Byggnadsnämnden, länsarbetsnämnd etc) skall lämna klartecken före byggstart. Den långa väntetiden innebär i allmänhet en fördröjande faktor av byggproduktionen.

Lagar, normer och förordningar genomgår en ständig förändring. Detta i kombination med en varierad tillämpning från ort till ort och även från tjänsteman till tjänsteman för att ekonomiskt utfall och projektutformning kan komma att variera även för egentligen väldigt lika projekt.

Experiment (oavsett har underbyggda) och övriga "avancerade" lösningar är i allmänhet missgynnade i dagens flerbostadsproduktion eftersom låga investeringskostnader gynnas på bekostnad av kvalitet och energisnålhet.

## Preliminära slutsatser

Flerbostadsbyggandet är idag starkt styrt i sin utformning, dels av ställda kvalitetskrav (naturligtvis) men även väldigt starkt av lånemöjligheter.

## 7. FINANSIERING

### 7.1 Statliga lånebestämmelser

Dagens situation

- Ombyggnadslån enl BFF
- Underhålls-/reparationsbidrag enl RBF
- Energisparbidrag enl ESB

#### 7.1.1 Ombyggnadslån

##### A Allmänna förutsättningar

Huvudkravet för att erhålla statliga ombyggnadslån är att huset är mer än trettio år gammalt. Från alla huvudkrav finns dock undantag. Det väsentligaste undantaget från 30-årsregeln gäller hus byggda under det s k "miljonprogrammet" som ligger i områden med outhyrda lägenheter. I dessa områden kan statliga ombyggnadslån erhållas för attraktionsbefrämjande åtgärder (t ex förbättrad utemiljö, anpassning av lägenhetsstorlekar, inglasning av balkonger m m)

Förutom huvudkravet skall också bl a följande uppfyllas för erhållande av statliga bostadslån:

- Standard och kvalitet i bostäderna skall höjas genom ombyggnaden. Lägsta godtagbara standard (LGS) skall uppnås. Krav på fullvärdiga bostäder skall uppnås (min 1 R o K eller 1,5 R o K)
- Omfattningen av åtgärderna måste vara tillräckligt stor (min 50 000:-). Dock är gränsen 20 000:- för enbart förbättrad avfallshandtering.
- Kostnaden för utförda arbeten skall vara skälig.
- Husets befintliga kvalitéter skall tillvaratas.
- Normal standard för motsvarande nyproducerade lägenheter skall ej överskridas.



Det generella ändamålet med statliga ombyggnadslån är att stimulera ombyggnadsverksamhet till långsiktigt godtagbar standard till rimlig boendekostnad.

#### B Lånets storlek

Lånets storlek maximeras av det s k låneunderlaget. Låneunderlaget framräknas enligt en schablonmetod beskriven i bostadsfinansieringsförordningen (BFF). Låneunderlaget begränsas om fastigheten är högt in-tecknad. Länsbostadsnämnden är den myndighet som beslutar om tillstyrkande och lånets storlek. Låneunderlagets storlek kan dock aldrig överstiga produktionskostnaden.

#### C Räntor, amortering, bidrag

Låneräntan för statliga bostadslån är idag 11,9 % (870217). Amorteringstiden är 30 år där första årets amortering är 0,84 % för bostäder och 3,33 % för lokaler. Räntenivån fastställs i femårsperioder. Det statliga bostadslånet utgör mellan 22 % och 30 % av låneunderlaget. Låneandelen beror på ägarkategori. Högst låneandel får bostäder ägda av allmännyttan (30 %), bostadsrätter och kooperativt ägda bostäder får låna 29 %, medan enskilda resp fastighetsbolag får en låneandel av 22 %.

Genom statliga subventioner erhålles s k garanterad ränta på den del av bostadslånet som avser bostäder. Genom räntesubvention uppnås följande garanterade räntor. År 1 efter utbetalning:

-	Allmännyttan, bostadsrätt	2.6 %
-	Fastighetsbolag	2.35%
-	Enskild ägare	2.15%

Räntesubventionen avtrappas med 0.25 % per år för resp kategori.

Räntesubventioner erhålls också på bottenlån för bostäder. Bottenlån med räntesubvention utgör 70 % av godkänt låneunderlag oavsett ägarkategori. Bottenlånet erhålls med amorteringstid på 40 år. Låneränta är f n 11.85 % och amortering första år 0.332 %. Genom räntesubventioner erhålls samma garanterade ränta som för bostadslånet.

#### 7.1.2 Underhålls- och reparationsbidrag

##### A Ändamål

Att subventionera nödvändigt fastighetsunderhåll och förbättra husets energihushållning.

B Förutsättningar

- Bostadshus för permanent bruk
- Huset ägs av bostadsrättsförening eller allmännyttigt företag
- Huset ägs av annan **ej** schablontaxerad ägare
- Underhållsåtgärderna samordnas med energisparåtgärder
- Åtgärderna får **ej** påbörjas förrän förmedlingsorganet givit klartecken
- Hyresgästorganisation skall vid begäran få information om beräknade årliga kostnadsförändringar

C Lån, räntor, amorteringar, bidrag

Staten lämnar inga speciella lån till underhålls- och reparationsåtgärder. Däremot lämnas räntebidrag som baseras på ett schablonframräknat bidragsunderlag. Metoden för framräknandet av bidragsunderlaget finns beskrivet i RBF (Räntebidragsförordningen). Räntebidraget utgör 5.75 % av bidragsunderlaget för allmännyttiga och bostadsrätter. Privatägda fastighetsägare erhåller räntebidrag med 3.75 % av bidragsunderlaget. Räntebidrag erhålles oavsett hur åtgärderna finansieras.

Schablonerna som bidragsunderlaget grundas på täcker i allmänhet mellan 60 % och 80 % av verklig nedlagd kostnad för åtgärderna.

Om finansiering sker med vanliga banklån kan dessa idag normalt fås som serielån med ca 12,5 % ränta och med 20-års amorteringstid.

7.1.3 Energisparbidrag

A Ändamål

Att utgöra extra stimulans för utförande av åtgärder i samband med underhåll- och reparation av bostadshus.

B Allmänna förutsättningar

Då energisparbidragen är ett ytterligare bidrag utöver vad som ges enligt RBF är de allmänna förutsättningarna lika.

## C Bidrag

Åtgärder för vilka bidrag erhålls och deras storlek beskrivs i ESB (Energisparbidragsförordningen). Bidraget erhålls som engångsutbetalning som utgör procentuell andel av ett schablonframräknat bidragsunderlag.

### 7.2 Bidragens effekt på åtgärder

#### 7.2.1 Dagens situation

##### A Ombyggnad

Då kostnaderna för omfattande ombyggnad stigit snabbare än låneunderlaget har en anpassning av utförda åtgärder skett så att minimikrav uppfylls. I princip alla åtgärder som medför högre standard och mer avancerade energiåtgärder kostar mer än motsvarande höjning av låneunderlaget.

Då varje krona som ej täcks upp av låneunderlag kostar 4-5 ggr mer i kapitalkostnad undviks naturligt nog dessa investeringar. Efter en omfattande ombyggnad utgörs hyran ungefärligen som följer: kapitalkostnad 40-45 %, drift, underhåll 35 %, fastighetsskatt 10 % och energikostnad 10-15 %. Detta innebär att energipriset måste öka ganska mycket för att energiåtgärder skall löna sig såvida inte låneunderlagsschablonerna kan förändras så att energisparåtgärder i större omfattning kan inrymmas i låneunderlag.

##### B Reparationer/underhåll

Dagens schabloner täcker bara 60-80 % av verkliga kostnader. Ju mer sofistikerade åtgärder desto lägre kostnadstäckning.

#### 7.2.2 Framtid

Bostäder byggda under 1960- och 1970-talen har relativt höga kvarliggande in-teckningar och lån vilket medför att utrymmet för nyinvesteringar begränsas då befintliga lån tar upp plats inom godkänt låneunderlag.

Tendensen under de senaste åren har varit att kostnader har ökat mer än låneunderlaget. Om denna tendens kvarstår kommer ombyggnadsåtgärderna i framtiden att begränsas till de som är absolut minimistandard.

Idag är energipriset väldigt lågt, men sannolikt ökar drift-, underhåll- och värmekostnaden sin relativa andel av totala kapitalutflödet framöver. Detta innebär att bättre bidragsmöjligheter för lågenergisystem med

lång livslängd skulle kunna betyda avsevärt förbättrad totalekonomi för flerbostadshus.

## 8. FORTSATT FORSKNING OCH UTVECKLING

I det följande redovisas ett par idéförslag till forskningsprojekt för en vidare utveckling av föreliggande arbete. Detta främst med inriktning på konkreta försöksprojekt.

### 8.1 Lindängen i Malmö (typiskt 60-talsområde)

Inom Lindängenområdet i Malmö, som är föremål för en kommande ROT- och förnyelseverksamhet, skulle det vara lämpligt att göra följande studier:

- A I ett eller ett par delkvarter studera möjliga åtgärds paket enligt föreliggande rapport, dels ur ren energisynpunkt men även kopplat till såväl andra underhållsåtgärder som till boendemiljöåtgärder.
- B Pröva den ekonomiska analysmodellen enligt LCC-modellen (Life-Cycle Cost) som nyligen presenterats i ett doktorsarbete från LiTH (av Stig-Inge Gustavsson. LIV-TEK-LIC-1986:31). LCC-modellen appliceras då på de framtagna åtgärds paketerna enligt pkt A.

Projektarbetet enligt pkt A skulle då syfta till att koppla energisparpaketen till åtgärder för att höja kvaliteten och statusen för området. Genom t ex noggrann kartläggning av de boendes önskemål och värderingar genom intervjuundersökning kan intressanta lösningar komma fram som gynnar såväl energihushållningen som den boendesociala miljön.

Genom att sedan koppla på LCC-modellen för den ekonomiska bedömningen kan en mer långsiktig syn på investeringarna arbetas in. Detta bör kunna medföra nya prövade koncept för energi och förnyelseåtgärder.

### 8.2 Hälsosäkra byggnader

Förutom de energitekniska aspekterna vid ROT-verksamhet är det även viktigt att beakta hälsopåverkande parametrar. Det vore därför intressant att som en utvidgning av föreliggande arbete göra studier över hur ventilationssystem bör utformas i äldre byggnader i samband med ROT-verksamhet. Syftet bör då vara att såväl förbättra ventilationseffektiviteten som att er hålla god luftkvalitet. Detta har fått en allt större betydelse i och med ökade allergiproblem. Undersök-

ningar har visat att allergiproblemen hos främst barn ökar oroväckande och av den totala befolkningen hör ca 1.5 milj individer till de "känsliga" grupperna. Det finns starka uttalanden för att lösningar där inomhusmiljön görs allegisäkrare måste fram snabbt.

Målet med detta projektförslag är att i samband med ROT-åtgärder och förnyelseåtgärder göra en studie över vilka möjligheter som finns eller bör utvecklas för att erhålla ett hälsosäkert inomhusklimat. Framkomna lösningar bör dessutom ha en relativt generell karaktär så att de även är applicerbara i nyproduktionen av byggnader.

Främst bör studien inriktas på ventilationstekniken då det gäller befintliga byggnader, men beaktande av konsekvenser vid användande av olika byggnadsmaterial bör givetvis också ingå.

### 8.3 Utformning av uteluftsintag i lägenhet

I ett F-ventilationssystem uppstår ofta dålig rums-komfort (speciellt då husets klimatskärm tätats) på grund av kalldrag från tilluftsventilen för uteluftsintag. Kalldraget orsakas av att tilluften av olika skäl ej passerar radiatorerna som avsett och någon förvärmning erhålles således ej. Någon bra systemlösning radiator/tilluftsventil finns ej på marknaden idag.

BFR har givit ett mindre anslag till AIB i Solna (Projekt nr 860555-4) för precisering av förutsättningar och krav. Det vore lämpligt att i samband med ROT-åtgärder enligt föreliggande rapport i något konkret objekt utveckla systemlösningar och konstruktion enligt de idéer som kommer fram i AIB's förstudie. I denna förstudie förs dessutom diskussioner med ventiltillverkande industri för produktutveckling.

### 8.4 Försöksprojekt med jämförelsetal

Mot bakgrund av att det trots den tillfälliga oljeprisutvecklingen finns energisparinvesteringar som bedöms lönsamma är det nödvändigt att utveckla försöksprojekt med s k nyckeltal gällande framför allt för bostadshus.

Med nyckeltal avses här i första hand jämförelsetal för att att kunna bedöma om aktuell fastighet har en energiförbrukning som avviker ifrån "accepabelt". Med jämförelsetalens hjälp kan ex fastighetsförvaltningen bedöma om behov av energisparåtgärder är aktuellt och eventuellt även i vilken storleksordning åtgärderna skall resultera till. Detta projekt kan med fördel samordnas med föreslaget projekt i Lindängen i Malmö (se kapitel 8.1).



Beräkningsförutsättningar för typhusfallen

1. Fastigheterna förutsätts ligga i Mälardalsområdet med följande klimatdata

årets medeltemperatur ca  $6,5^{\circ}\text{C}$

antal gradtimmar till  $17^{\circ}\text{C}$  ca 86000

2. Uppvärmningen slutar när utetemperaturen överstiger  $11^{\circ}\text{C}$   
 3. Energipris 30 öre/kWh för både el, olja mm  
 4. Kallvattenpris 9 kr/m<sup>3</sup>  
 5. Resultat år 1

Investeringen har fördelats jämt över en period på 10 år. Från värdet av energibesparingen har dragits 1:a årets investeringsbelopp utan någon viktning. Om investeringen har en mindre "livslängd" än 10 år sprids investeringen ut på den förväntade livslängden.

6. Nuvärde

Värdet av energibesparingen multipliceras med en mervärdesfaktor vars storlek beror på beräkningsperiodens längd och vald ränta. Därpå subtraheras investeringen. Ett positivt slutbelopp visar att investeringen under dessa förutsättningar är lönsam. Investeringen med högst nuvärde är i en valsituation den mest lönsamma.

I de fall där vattenförbrukningen i sig har en stor betydelse har vattenförbrukningen även räknats in i resultat år 1 samt i nuvärdet.

Exempel: Typhus 1, åtgärd 1

Besparing 1400 kWh/lgh, år, investering 650 kr/lgh

Resultat år 1:

$$1400 \times 0,3 - 0,1 \times 650 = 355 \text{ kr} \approx 400 \text{ kr}$$

Nuvärde

$$\text{Mervärdefaktorn } f = \frac{1 - (1+r)^{-n}}{r} \quad r = \text{mervärderä}$$

n = antal år

$$f = \frac{1 - (1+0,1)^{-20}}{0,1} \approx 8,51$$

$$1400 \times 0,3 \times f - 650 = 2924 \quad 2900:-/lgh$$



**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 820737-5  
från Statens råd för byggnadsforskning till Malmö kommun,  
Fastighetskontoret, Malmö.**

AVS 1207  
Svensk Byggtjänst, Box 7853, 103 99 Stockholm

**R73: 1987**

**ISBN 91-540-4762-5**

**Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm**

**Art.nr: 6707073**

**Abonnemangsgrupp:  
T. Fastighetsförvaltning**

**Distribution:  
Svensk Byggtjänst, Box 7853  
103 99 Stockholm**

**Cirka pris: 33 kr exkl moms**