



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.

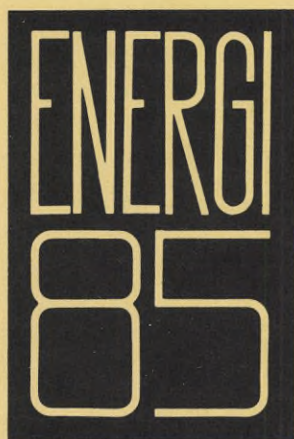
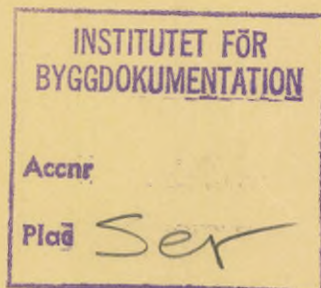


Rapport

R139:1984

Energisparteknik i befintlig bebyggelse

Tore Hansson
Anders Nilson
Claes-Göran Stadler



Byggeforskningsrådet

R139:1984

ENERGISPARTEKNIK I BEFINTLIG BEBYGGELSE

Tore Hansson
Anders Nilson
Claes-Göran Stadler

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag
831351-1 från Statens råd för byggnadsforskning
till Bengt Dahlgren AB, Stockholm

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

R139:1984

ISBN 91-540-4208-9
Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Liber Tryck Stockholm 1984

Byggforskningsrådets förord.

Målet för energisparverksamheten i byggnader är enligt riksdagsbesluten 1978 och 1981 att under tioårsperioden 1978-88 minska energi-användningen i byggnader med ca 48 TWh/år brutto (Prop 1980/81:133). I besluten ingick att en utvärdering av verksamheten skulle ske 1985.

Bostadsdepartementet har uppdragit åt Statens råd för Byggnadsforskning, Statens Planverk, Bostadsstyrelsen och Statens institut för Byggnadsforskning att utarbeta material som kan ligga till grund för en omprövning av gällande riktlinjer för energisparverksamheten i byggnader m m.

Byggforskningsrådet har planerat och samordnat utvärderingsarbetet.

Ett antal expertgrupper har haft rådets uppdrag att ta fram underlag till utvärderingen. Gruppernas rapporter presenteras på baksidan av omslaget till denna rapport.

En styrgrupp har ansvarat för framtagning av nödvändiga underlag och genom seminarier och diskussioner följt expertgruppernas arbete och slutligen lagt synpunkter på deras resultat.

Dage Käberger, Gränges Aluminium och medlem av Byggforskningsrådets styrelse har varit ordförande i styrgruppen. Övriga deltagare har varit Enno Abel, CTH, Bo Adamson, LTH, Gunnar Franzén, ABV, Bengt Hidemark, KTH, Lars Ranäng, Göteborgs Bostads AB och Stefan Sandesten, KBS.

Utvärderingen skall belysa energisparpotentialen och faktiska spar-effekter i befintlig bebyggelse och hur stor del av denna som kan hänföras till byggnader som kan komma att värmas med fjärrvärme. Rådet har valt att lägga tyngdpunkten i utvärderingen vid att dels bestämma energianvändning och energistatus och dess förändring för bostäder och lokaler perioden 1978-1983, dels beräkna de återstående energisparmöjligheterna.

Utvärderingen bygger på kunskaper hämtade från ett stort antal forsknings- och utvecklingsprojekt. Såväl nya som befintliga byggnader har behandlats och stor tyngd har lagts vid teknisk utveckling och genomförandefrågor. Erfarenheter har också hämtats från Bostadsstyrelsen, Byggforskningsinstitutet och Planverket. Utvärderingen av energihushållningsverksamheten har samordnats med utvärderingen av Byggforskningsrådets forsknings-, utvecklings- och experimentverksamhet rörande ny energiteknik, solvärmeteknik, värmepumpar och energilager (Sol-85).

Denna rapport är en av de nämnda expertrapporterna, som bildar underlag till rapporten Energi-85-Bebyggelsens energianvändning (G26:84), som är den sammanfattning av resultaten från hela utvärderingsarbetet, som redovisas för regeringen 1984-08-01.

Stockholm i juli 1984
Byggforskningsrådet.

INNEHÅLL

1.	SAMMANFATTNING	6
2.	INLEDNING	8
3.	ALLMÄNT	9
3.1	Avgränsningar	9
3.2	Befintliga bebyggelsens roll i energispårprogrammet	9
4.	EFFEKTIV ENERGIANVÄNDNING	11
4.1	Energisystem	11
4.2	Energisparande åtgärders effekt	12
4.3	Åtgärds paket	12
4.4	Kostnader och lönsamhet	14
4.5	Strategier	14
5.	TEKNISKA LÖSNINGAR	24
5.1	Indelning	24
5.2	Indelning av tekniska lösningar	24
5.3	Åtgärds katalog	26
5.4	Bieffekter	104
6.	EXEMPEL PÅ GENOMFÖRDA PROJEKT	107
6.1	Ulvsunda, Stockholm	107
6.2	Guldheden, Göteborg	108
6.3	Resultatdiskussion	111
7.	FOU-BEHOV	113
8.	LITTERATURFÖRTECKNING	114

1. SAMMANFATTNING

Tanken att spara energi genom att i en byggnad genomföra flera åtgärder samtidigt, i åtgärds kombinationer eller åtgärdspaket, förordades i energisparplanen 1977. I samband med energisparplanens omprövning 1980 utvecklades en metod att värdera effekten av enskilda åtgärder och samverkan mellan flera åtgärder som genomförs samtidigt. Insikten om att genomförandet av åtgärder för att effektivisera energianvändningen bör ske i form av åtgärdspaket har därefter spritts och genomsyrar idag de flesta energisparhandböcker.

Denna rapport sammanfattar kunskaper och erfarenheter av olika åtgärders effekter, var och en för sig och tillsammans i paket. Den visar också genom exempel från genomförda projekt till vilken nivå förbrukningen av energi kan sänkas med känd teknik. Kunskaperna har främst hämtats från den forsknings-, utvecklings- och experimentbyggnadsverksamhet som finansierats med anslag från Byggforskningsrådet. Dessutom är många av de i rapporten framförda synpunkterna erfarenheter hämtade från praktisk energisparverksamhet.

Rapporten behandlar primärt de förhållanden som råder i det befintliga bostadsbeståndet och de åtgärder som där i första hand är aktuella att genomföra för att effektivisera energianvändningen. Karaktäristiskt för bostäder är att installationer för luftbehandling och uppvärmning är tämligen enkla. Erfarenheterna från energieffektiviserande åtgärder i bostäder låter sig därför inte utan vidare överföras på t ex lokalbeståndet med dess ofta jämförelsevis höga installationstäthet. För lokaler av typen sjukhus, idrottsanläggningar, butiker, restauranger m fl erfordras en noggrann genomgång av varje enskilt objekt. För lokaler av typen kontor och skolor torde dock de i denna rapport redovisade synpunkterna ofta vara tillämpliga.

I ett speciellt avsnitt redovisas synpunkter på hur genomförandet av energisparåtgärder bör planeras, den strategi som bör tillämpas för att de insatta åtgärderna skall kunna samverka till en för byggnaden optimal lösning under hela byggnadens återstående brukstid.

Erfarenheten, exemplifierad med Ulvsundaprojektet i Stockholm och Guldhedsprojektet i Göteborg, visar att det är genom en kombination av byggnadstekniska och installationstekniska åtgärder som den långsiktigt mest lönsamma energieffektiviteten uppnås.

Exemplet visar även att det är väsentligt att individuellt anpassa åtgärdspaketet till varje byggnad vilket visar behovet av en väl genomförd projektering så långt möjligt baserad på kunskap om den befintliga byggnadens energibalans före åtgärdernas genomförande.

De förbrukningsnivåer som uppnåtts ligger klart under energiåtgången för en motsvarande byggnad uppförd enligt dagens byggnorm, SBN 80. En generell slutsats som man kan dra av hittills genomförd energisparverksamhet är att SBN 80-nivån är möjlig att nå i alla byggnader där genomgripande energieffektivisering är ekonomiskt försumbar. Detta gäller i stort sett alla byggnader där renoveringsbehov föreligger och där inte kulturhistoriska, arkitektoniska eller andra miljömässiga hinder för genomförandet föreligger. Den utveckling som f n pågår mot en alltmer uttalad integrering av energisparverksamheten i övrig ROT-verksamhet förefaller mot denna bakgrund vara väl motiverad.

2. INLEDNING

Tanken att spara energi genom att i en byggnad genomföra flera åtgärder samtidigt, i åtgärds kombinationer eller åtgärds paket, förordades i energisparplanen 1977. I samband med energisparplanens omprövning 1980 utvecklades en metod att värdera effekten av enskilda åtgärder och samverka mellan flera åtgärder som genomförs samtidigt. Insikten om att genomförandet av åtgärder för att effektivisera energianvändningen bör ske i form av åtgärds paket har därefter spritts och genomsyrar idag de flesta energisparhandböcker.

Denna rapport sammanfattar kunskaper och erfarenheter av olika åtgärders effekter, var och en för sig och tillsammans i paket. Den visar också genom exempel från genomförda projekt till vilken nivå förbrukningen av energi kan sänkas med känd teknik. Kunskaperna har främst hämtats från den forsknings-, utvecklings- och experimentbyggnadsverksamhet som finansierats med anslag från Byggforskningsrådet. Dessutom är många av de i rapporten framförda synpunkterna erfarenheter hämtade från praktisk energisparverksamhet.

Rapporten behandlar primärt de förhållanden som råder i det befintliga bostadsbeståndet och de åtgärder som där i första hand är aktuella att genomföra för att effektivisera energianvändningen. Karaktäristiskt för bostäder är att installationer för luftbehandling och uppvärmning är tämligen enkla. Erfarenheterna från energieffektiviserande åtgärder i bostäder låter sig därför inte utan vidare överföras på t ex lokalbeståndet med dess ofta jämförelsevis höga installationstäthet. För lokaler av typen sjukhus, idrottsanläggningar, butiker, restauranger m fl erfordras en noggrann genomgång av varje enskilt objekt. För lokaler av typen kontor och skolor torde dock de i denna rapport redovisade synpunkterna ofta vara tillämpliga.

3. ALLMÄNT

3.1 Avgränsningar

I denna rapport redovisas kunskaper och erfarenheter av olika energisparåtgärders effekter. Redovisningen omfattar känd och beprövad teknik som nyttjas i befintlig bebyggelse, främst bostäder. För byggnader med annan funktion kan andra åtgärder vara aktuella. Vissa av dessa diskuteras, dock långt ifrån alla eftersom förutsättningarna här varierar från objekt till objekt. Rapporten behandlar sådana åtgärder som leder till att energin utnyttjas effektivare i det befintliga energisystemet inom byggnaden.

Frågor som berör byte av energisystem för byggnaden eller energisystemfrågor utanför byggnaden ligger ej inom denna arbetsgrupps ansvarsområde men behandlas på annat håll inom Ehus 85- och Sol85- utvärderingen.

3.2 Befintliga bebyggelsens roll i energisparprogrammet

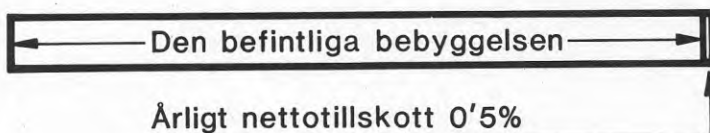
Den befintliga bebyggelsen har tillkommit under en lång tidsperiod av teknisk utveckling. Byggnader från varje tidsperiod kan ses som ett exempel på en teknisk, även energimässig, lösning, som troligen var rimlig utifrån den tidsperiodens förutsättningar. Man kan därför se hur byggnader kan vara anpassade till exempelvis individuell fastbränsleledning, ventilerade genom självdrag och isolerade till en grad som var möjlig med hänsyn till använda material, tekniska lösningar samt aktuellt energipris.

Under perioden före 1930 utvecklades byggnadstekniken långsamt och erfarenheten var en långsiktig bas för utvecklingen. Efter 1930 förändrades tekniken snabbare, nya material och byggmetoder utvecklades och prövades. Efter andra världskriget krävde den stora bristen på bostäder en omfattande nyproduktion, miljonprogrammet, som till stora delar tillkom under en period med som det visat sig lågt energipris. Nya material och metoder utvecklades under denna period mycket snabbt.

Byggandet under de senaste hundra åren har därför varierande energistatus. Åtgärder för att effektivisera energianvändningen får följaktligen olika inriktning och omfattning i byggnader från olika perioder.

Den befintliga bebyggelsen har en mycket stor volym i förhållande till nytillskottet. Inom bostadssektorn t ex är den befintliga stocken ca 3.600.000 lägenheter och nytillskottet ca 1 % per år eller ca 35.000 lägenheter/år. Samtidigt river vi f n ca 17.000

lägenheter per år, varför nettotillskottet av bostäder utgör ca 0,5 % av det totala beståndet.



Förändringen i den befintliga bebyggelsen sker i långsam takt. Underhåll sker i intervall om 7 till 10 år. Vissa delar åtgärdas varje intervall, andra varannat o s v. Större ombyggnader sker mera sällan, kanske med 40-60 års mellanrum.

Energisparinsatser görs sällan fristående från normala förvaltningsaktiviteter. Olika åtgärder genomförs därför i olika takt. Drift- och skötselåtgärder kan genomföras med kort varsel. Åtgärder av underhållskaraktär genomförs i samband med underhåll, medan åtgärder av ombyggnadskaraktär ofta kopplas till Renovering, Ombyggnad eller Tillbyggnad (ROT). Enligt nyligen införda bestämmelser kommer ombyggnader att genomföras i intervall om 30-50 år.

Med dessa resonemang och ovan redovisade grova siffror som bakgrund framgår den tunga roll som det befintliga beståndet spelar i energisparprogrammet och att energisparinsatserna genom kopplingen till andra aktiviteter naturligen genomförs i relativt långsam takt. Olika former av styrmedel måste tillgripas om genomförandetakten skall ökas.

Huvuddelen, 90-95 %, av det av riksdagen beslutade sparmålet, hänför sig till den befintliga bebyggelsen och resten kan ses som effekter av att äldre byggnader ersätts med nya och energisnålare byggnader.

4. EFFEKTIV ENERGIANVÄNDNING

Att spara energi betyder egentligen att förändringar genomförs så att energin kan nyttjas effektivt inom byggnaden. De resonemang och överväganden som kommer ifråga vid sådan verksamhet brukar kallas strategi. En sådan kan vara utformad efter olika linjer. För varje beslutsfattare, förvaltare, kan en genomgång av den egna strategin avkasta välgörande idéer och uppslag för verksamheten.

I det följande ges några allmänna råd angående de överväganden som bör föregå ett beslut om vilka åtgärder som skall vidtagas för att effektivisera energianvändningen i en byggnad. Råden är främst avsedda att underlätta valet av tekniska åtgärder, så att dessa kan genomföras med god lönsamhet. Ett övergripande mål för energieffektivisering i byggnader bör vara att:

"En investering för att spara en energienhet bör genomföras så snart den innebär en kostnad som är lägre än utgiften för att köpa en motsvarande energienhet".

4.1 Energisystem

Energien kan användas mer eller mindre effektivt i en byggnad. För att kunna bedöma effektiviteten måste byggnadens sätt att fungera energimässigt, dess energisystem, kunna beskrivas och konsekvenserna av förändringen kunna bedömas. Ett vanligt sätt att beskriva energisystemet är att ställa upp en energibalans. I en sådan håller tillskott och förluster varandra i jämvikt, om inte i varje ögonblick, så i varje fall över längre tidsperioder.

Energibalansen är specifik för varje byggnad. Den beror av byggnadens storlek, form, konstruktion, installation, uppvärmningsätt och vidare byggnadens geografiska belägenhet och dess omgivande mikroklimat.

Förbrukningen i två identiskt lika byggnader behöver inte vara densamma. Variationer kan förekomma i konstruktionernas utförande och täthet. Dessutom påverkas förbrukningen av byggnadens drift, skötsel och förvaltning samt av dem som brukar den. Brukaren påverkar energibalansen främst genom förbrukning av varmvatten, genom vädring och i de fall det är möjligt genom val av temperaturnivå inomhus.

Man kan säga att byggnadens tekniska egenskaper ger förutsättningarna för dess energianvändning medan den slutliga förbrukningen avgörs av brukarnas beteende.

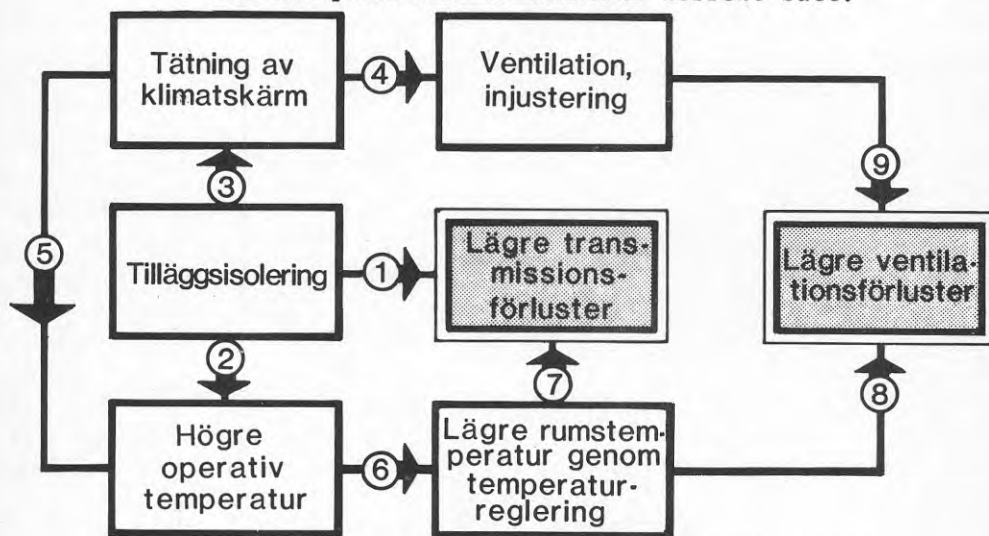
4.2 Energisparande åtgärders effekt

Energisparande åtgärder kan påverka energibalansen på flera olika sätt, se avsnitt 4.3 "Åtgärds katalog". Vilka effekter som kan tillgodoräknas avgörs av den aktuella byggnadens egenskaper. Den sammanlagda effekten kan begränsas av hygieniska krav exempelvis krav på minsta luftomsättning och acceptabelt rumsklimat eller komfort.

4.3 Åtgärds paket

När flera åtgärder genomförs samtidigt är det viktigt att förutsättningar skapas för att de skall kunna verka tillsammans i ett åtgärds paket så att hög energieffektivitet kan uppnås.

Inom byggnadens energisystem sker samverkan via kopplingar mellan åtgärder sinsemellan samt mellan åtgärder och resultat. I följande figur visas hur effekten av insatta åtgärder kan säkerställas och besparingseffekten ökas genom att de genomförs på ett väl planerat och tekniskt korrekt sätt.



Här följer en beskrivning av systemsambanden:

Tilläggsisolering ger möjlighet till

- 1) lägre transmissionsförluster (dock måste temperaturregleringsutrustningen kunna hålla lufttemperaturen på en nivå, som inte är högre än tidigare).
- 2) förbättring av rumsklimatet genom att ytttemperaturen höjs, d v s högre operativ temperatur.

- 3) att utföra arbetet så att klimatskärmen blir tätare.

Tätning av klimatskärmen ger möjlighet till

- 4) att injusteringen av ventilationen ger bestående resultat. Dock påverkas endast luftomsättningen i S- och FT-ventilerade hus. I F-ventilerade hus kan en tätning ha negativ effekt genom att dragproblem kan försvåras eller uppstå.
- 5) att rumsklimatet förbättras genom att drag försvinner, se dock 4 ovan.

Högre operativ temperatur ger möjlighet till

- 6) att hålla lägre rumstemperatur utan att rumsklimatet upplevs som kallare än före åtgärdens genomförande - oförändrad komfort.

Lägre rumstemperatur genom temperaturreglering ger möjlighet till

- 7) lägre transmissionsförluster.
- 8) lägre ventilationsförluster.

Injustering av ventilation ger möjlighet till

- 9) lägre ventilationsförluster genom att luftomsättningen kan minskas. (I undantagsfall kan dock ventilationsförlusterna behöva öka på att luftomsättningen tidigare var ohygieniskt låg).

Ett systemriktigt tilläggsisoleringspaket bör därför bestå av

- tilläggsisolering inkl tätning där sådan är befogad
- injustering av ventilation
- temperaturreglering

I ett hus där tilläggsisolering inte är aktuell kan temperaturreglering liksom injustering av ventilation ge energispareffekt såväl var för sig som tillsammans.

Liknande kopplingar i energisystemet finns på tillskottssidan. En reduktion i ett system kan innebära krav på tillskott i ett annat. Som exempel kan nämnas

- hushållsel och energi för uppvärmning.

Om energisnålare hushållsapparater installeras kommer

detta att leda till ökat behov av energi för uppvärmning för att rumstemperaturen skall kunna hållas på tidigare nivå.

4.4 Kostnader och lönsamhet

För att kunna bedöma lönsamheten hos energisparande åtgärder måste kostnaderna för att genomföra dem vara tämligen välkända. Utöver kostnaderna kan lönsamheten påverkas av ekonomiska styrmedel, bidrag eller lån till fördelaktig ränta. Skatter beaktas dessutom av vissa fastighetsägare vid lönsamhetsbedömningen.

Till hjälp för att bedöma lönsamheten finns flera lönsamhetsmetoder, exempelvis:

- pay off
- nuvärdesmetod
- energisparingskostnad
- årsbesparingskostnad
- besparingskostnad

Fastighetsägaren väljer den metod som bäst återspeglar dennes ekonomiska situation. Vid noggrannare kalkyler är pay off-metoden för grov.

Kostnaden för att genomföra en åtgärd kan påverkas. Den kan sänkas genom att

- flera åtgärder genomförs samtidigt i ett paket.
- åtgärder samordnas med andra insatser i byggnaden, t ex drift och skötsel, underhåll eller ROT.

4.5 Strategier

Ett energisparprogram för en byggnad eller ett byggnadsbestånd bör planeras enligt en väl övervägd strategi. Här följer ett exempel på några råd som en förvaltare/beslutsfattare bör följa när han lägger fast sin strategi. Råden inleds med övergripande frågor, därefter råd för insatser att genomföras omedelbart, insatser att genomföras efter planering, genomförande och uppföljning. Listan kan förhoppningsvis ge idéer och uppslag.

4.5.1 Allmänna råd

* Energifrågorna är en del av helheten.

En byggnad har en funktion och ett värde, ekonomiskt och kulturellt. Helheten hos en byggnad har många dimensioner, varav energieffektiviteten är en. När

energifrågorna för en byggnad skall bedömas får inte helheten glömmas bort. Lösningen måste harmoniera med byggnaden.

- * Energieffektivitet i alla led, omvandling, distribution och förluster.

Ett balanserat övervägande bör innebära att alla led i energikedjan ges ungefär samma effektivitet. I samband med överväganden om att byta sätt att tillföra byggnaden värme bör hänsyn tas till möjligheterna att spara: "En investering för att spara en energienhet bör genomföras så snart den innebär en kostnad som är lägre än utgiften för att köpa motsvarande energienhet".

- * Beakta krisfrågorna.

Risken för framtida kriser kan av olika experter bedömas olika. Denna skillnad i bedömning kan påverka val av teknisk lösning, exempelvis val av energislag eller kombinationer av flera.

4.52 Insatser att genomföras omedelbart.

- * Genomför drift och skötselåtgärder utan dröjsmål.

I många befintliga byggnader kan energieffektiviteten snabbt förbättras genom drift- och skötselåtgärder.

- * Brukarna och förvaltningen bör verka för samma mål.

Förvaltningen av en byggnad försöker nyttja de förutsättningar som de tekniska egenskaperna hos byggnaden utgör. Den slutgiltiga förbrukningen avgörs av brukarna genom beteendet. För att målet om effektiv energianvändning skall uppnås måste förvaltning och brukare samverka och verka för samma målsättning.

Detta kan ske genom information och utbildning. Lyckas dessa insatser kan stora vinster uppnås med mycket måttliga utgifter.

- * Utnyttja befintlig anläggning effektivt.

Som exempel på insatser som under senare år prövats med gott resultat kan nämnas

- upprätta förbrukningsstatistik
- genomför pantrimningsåtgärder
- håll avsedd temperatur i alla utrymmen
- sörj för rätt anpassad luftväxling i alla utrymmen
- korriger driftens med hänsyn till minskad förbrukning
- underhåll regelbundet.

4.53 Insatser att genomföras efter planering.

* Planering

Det är väsentligt att energisparverksamheten genomföres enligt en långsiktigt fastställd plan. I denna bör tillräckligt tidsutrymme ges för detaljplanering av varje objekt, så att denna kan påverkas i god tid före genomförandet. Vid planering av energisparverksamheten i flerbostadshus eller andra större byggnader bör bl a följande påpekanden beaktas speciellt.

- Förvaltningsorganisationen bör anpassas till genomförandet. Samordningen mellan energisparverksamhet och traditionellt underhåll måste beaktas noga. Det är därför viktigt att sådana rutiner skapas inom förvaltningsorganisationen att samordningsmöjligheterna uppmärksammas i tid. Annars är risken för konflikter i samband med genomförandet stor.
- De olika parternas ansvarsförhållanden i planering, genomförande och uppföljning måste klarläggas på ett entydigt sätt och samordnas i en projektorganisation med fastlagda mål, budget och befogenheter.
- Det är viktigt att alla som på något sätt har beröring med fastigheten informeras om de planerade åtgärderna. Förutom information inom förvaltningsorganisationens alla led är det väsentligt att uppmärksamma hyresgästerna. Lika positivt som dessa ofta uppfattar förhandsbesked i god tid om vad som skall ske, lika negativt kan de reagera om informationen kommer för sent. Även hyresgästen har ett behov av att planera på lång sikt och bör beredas möjlighet att samordna sina planerade förändringar av lägenheten (möbler, tapeter, semester m m) med genomförandet av ingreppen i fastigheten.
- Det är väsentligt att beakta hyresgästens juridiska status. I vissa förvaltningsformer räcker det med att informera om den planerade verksamheten, i andra måste regelrätta förhandlingar till.
- Hinder för genomförandet av vissa åtgärder för att effektivisera energianvändningen bör identifieras redan under planeringsstadiet. Är byggnaden kulturhistoriskt intressant eller har andra byggnadsestetiska värden som bör bevaras, kan tilläggsisolering av fasaden vara olämplig. Inom områden med utbyggd fjärrvärme eller inom områden där utbyggnad planeras kan förutsättningarna för att spara energi vara speciella. Möjligheten att få utnyttja värmepumpar kan vara begränsad och åtgärder för att effektivisera uppvärmningen kräver särskild omsorg.

* Projektering

Vid ombyggnader ställs andra krav än vid nybyggnad på såväl projektorganisation som på de inblandade parternas specialkompetens. Energianvändningens fördelning på olika förbrukningsposter kan vara komplicerad att genomskåda. Anlita därför endast kunniga rådgivare och konsulter. De kommunala energispar-rådgivarna har speciell utbildning för denna typ av verksamhet.

- En byggnad kommer troligen inte att genomgå en energieffektiviserande process mer än en gång under sin återstående livslängd. Detta gäller särskilt stora insatser. För detta långsiktiga mål bör kombinationen vara så avvägd att ytterligare åtgärder för att enbart spara energi inte blir nödvändiga.
- Avsaknaden av ritningar medför att stora förundersöknings- och diagnosinsatser ofta måste göras innan projekteringsarbetet sätter igång. Besiktnings- och uppmätningar måste göras för att genomförandefasen inte skall ge upphov till fördyringar. Dock måste en avvägning göras mellan de insatser som är rimliga ur såväl konsult- som entreprenörssynpunkt. Överraskningar uppstår ändå i de allra flesta fall. Målsättningen måste dock vara att dessa hålls på ett minimum.
- Genom att göra en funktions- och energidiagnos på fastigheten innan beslut fattas om de lämpliga åtgärderna och därvid också beakta sådana faktorer som t ex radon, fukt, brand, täthet och ljud eller vibrationer kan många överraskningsmoment undanröjas.
- I samband med projekteringen måste beaktas att de krav som ställs också kan kontrolleras. Programhandlingarna bör i mätbara termer sammanfatta de funktions- och driftegenskaper som eftersträvas och hur de skall verifieras.
- I samband med s k funktionsupphandling ställs stora krav både på byggherrens/kravställarens, konsultens och entreprenörens systemtekniska kunnande. Exempelvis måste man redan vid projekteringen av frånluftsvärmepumpar för varmvattenberedning beakta dels energibehovet för varmvattenberedning utgående från mätningar dels beakta variationer i förbrukning vid den aktuella hyresgästsammansättningen och därvid vara medveten om att denna kan förändras genom generationsväxlingar o dyl. Vidare måste man beakta att åtgärder av denna typ ställer stora krav på service- och utbytbarhet och kunnande på förvaltningsnivå.

- Förvaltningspersonalen bör beredas tillfälle att ge sina synpunkter på föreslagna tekniska lösningar under projekteringstiden. Detta ökar dessas kunskaper och intresse när de sedan skall övertaga driftansvaret för fastigheten. Man bör dock vara medveten om att projekteringsfasen därvid blir arbetsammare att genomföra. Kunskaperna hos berörd personal är dock i många fall ej tillräcklig för att dessa skall inse de ekonomiska och drifttekniska konsekvenserna av alternativa förslag. Ökad utbildning i teknik, entreprenadjuridik och ekonomi är därför nödvändig.
- Genom att analysera hyresgästsammansättningen med avseende på ålder o dyl och samråda med hyresgästernas kontaktkommittéer innan projektet startas, är alla berörda parter mer medvetna om de problem som kan dyka upp. Därvid ökar förutsättningarna att organisatoriskt klara detta med ett smidigare genomförande som följd.

* Upphandling

Upphandlingsförfarandet i byggbranschen är fortfarande i huvudsak anpassat till nybyggande och inriktat på att minimera byggkostnaderna utan att tillräckligt beakta bruksskedet. Det är viktigt att man är medveten om detta. Det är dessutom av väsentlig betydelse att man redan i upphandlingsskedet är medveten om att hur bra underlaget för anbudsgivningen än är, så kommer man under genomförandet att möta överraskningar som ej förutsetts eller kunnat förutses. Man kan få stora avvikelser från beräknat utfall.

- Var noga med att i upphandlingen beakta den kvalitetsstyrning som grundlagts under projekteringen. Pröva alla förslag till förändrat utförande ur denna aspekt. Var även lyhörd för entreprenörens förslag till kvalitetshöjande åtgärder.
- Det måste redan i upphandlingsskedet göras klart hur kontroll och besiktning skall genomföras. Genom ett genomarbetat upphandlingsunderlag tvingas entreprenören att i samband med genomförandeskedet svara upp till den kvalitetsstyrning som tänkts.
- Anbudsgranskningen måste genomföras på ett ingående sätt. Därvid bör anlita konsulter för projekteringen utnyttjas tillsammans med den kompetens som fastighetsägaren kan bistå med. Det är långt ifrån säkert att lägsta anbud ger lägsta totalkostnad sett över brukstiden.
- Entreprenadformen är av väsentlig betydelse. Denna bör varieras beroende på åtgärdernas art och omfattning samt de rutiner för byggledning m m som fastighetsägaren normalt använder.

- Samordningsansvaret för entreprenören måste klart fastläggas, senast under upphandlingsskedet. Kortsiktiga ekonomiska överväganden om att fastighetsägaren med egen personal skall sköta samordningen kan i många fall ge upphov till problem under genomförandefasen. Samordningen måst ske genom att den ansvarige dagligen finns på plats.

* Genomförande

I samband med större ombyggnadsprojekt ställs stora krav på byggherre och förvaltningsorganisation. Förutom de rent organisatoriska kraven erfordras ingående kunskaper om byggnads- och installationsteknik och en helhetssyn på byggnaden som energisystem. Därutöver krävs också ingående kunskaper i entreprenad-juridik, ekonomi och förvaltning.

- Den breda kunskapen finns sällan samlad utan är oftast spridd på flera händer i organisationen. Detta ger upphov till stora problem i såväl planerings- som genomförandefaserna.
- För att avlasta den normala organisationen de problem och påfrestningar som ombyggnadsprojekt ger upphov till och även bidra till ett lyckosamt genomförande och avsett resultat, kan ett sätt vara att tillfälligt lyfta ur de aktuella objekten ur den normala förvaltningen. Genom att anlita specialistkompetens och/eller tillsätta någon lämplig lokal representant i området kan man uppnå dessa ovannämnda avsikter. Därigenom kan man aktivt medverka till förtroendeskapande mellan hyresgäster och förvaltning.
- En noggrann tidsplanering är av största vikt. Därvid måste stor hänsyn tas till oförutsedda problem som lätt kan uppstå när man arbetar med ombyggnader. Exempelvis skapar tillträdet till lägenheter vid projekt med kvarboende stora problem, då många förvaltare idag inte tillämpar huvudnyckel-system. Om förtroendet mellan hyresgäster och förvaltare sedan tidigare är dåligt, är det svårt att få hyresgästerna att lämna ut sina nycklar för att berörda hantverkare skall kunna utföra sina arbeten på ett rationellt sätt. Genom att skapa den tillfälliga lokala organisationen enligt ovan kan dessa problem i de flesta fall också lösas.
- Brukarna har mycket svårt att acceptera alla de störningar som uppkommer vid arbeten i lägenheter. Speciellt gäller detta då arbetena är av olika typ med ett stort antal olika hantverkarkategorier inblandade. Genom en långt gången samplanering

mellan de olika entreprenörerna finns dock förutsättningar för att reducera dessa störningar till ett minimum.

- I vissa fall kan de förhandlingar och informationskrav som erfordras gentemot hyresgästföreningen ge upphov till problem. Vissa energisparåtgärder kan också ge upphov till krav på hyresökningar, då de samtidigt utgör en standardförbättring av lägenheten.
- För att säkerställa att de valda tekniska lösningarna är rätt med avseende på de lokala förutsättningarna i berörda lägenheter bör provmonteringar göras. Detta gäller speciellt där den tekniska lösningen eller produkten skall monteras i stor omfattning. Om fastigheten ligger i ett område med känslig arkitektur kan provmonteringar av exempelvis nya ytskikt vid tilläggsisolering av ytterväggar underlätta för både arkitekt och myndighet att välja det för de specifika objekten mest lämpliga ytskiktet.

* Kontroll och besiktning

Det är mycket viktigt att genomförandet av energi-effektiviserande åtgärder kontrolleras mycket noga och att besiktning genomföres med omsorg. Orsaken är främst att verksamheten ännu är ny och att kunskaperna kring densamma ännu ej är tillräckligt spridd. Den som utför arbetet har sålunda inte alltid kännedom om varför en viss åtgärd skall genomföras på ett visst sätt eller att olika åtgärder måste genomföras i en speciell ordningsföljd för att de skall ge avsedd effekt.

- Kontrollen bör inriktas på dels att fastlägga om arbetsutförandet är korrekt. Dessutom bör funktionsprovning utföras där så är möjligt. Det räcker alltså inte med att kontrollera att rätt material använts eller att rätt komponenter monterats in.
- Slutbesiktning bör genomföras vid ett enda tillfälle. Information om när det skall ske bör lämnas i god tid. Samordning mellan olika myndigheter och yrkeskategorier är här viktig så att störningen för den boende blir så liten som möjligt. Genom detta kan även de flesta fel och brister direkt avhjälpas under besiktningen, vilket samtliga berörda parter ser som positivt.
- Kontroll av hur injustering av värme- och ventilations-systemet genomförts är av största vikt. Exempelvis är det ju först när en bra temperaturfördelning uppnåtts, som man kan hämta in full effekt av de gjorda investeringarna.

* Ekonomi

Olika husägare ställer olika krav på det ekonomiska utfallet av energibesparande åtgärdspaket och därmed också på omfattningen av dessa åtgärdspaket. Likaså spelar de skattetekniska skillnaderna för olika förvaltningsformer en väsentlig roll.

Följande faktorer påverkar starkt viljan att satsa på integrerade åtgärdspaket eller dyrare enskilda åtgärder främst i flerbostadshus.

- Genom att tillämpa integrerade åtgärdspaket och anpassa dessas sammansättning och omfattning efter den specifika fastighetens underhålls- och renoveringsbehov får man bäst ekonomi. De enkla och oftast mycket lönsamma delåtgärderna får genom sitt snabba betalningsöverskott vara med och "delfinansiera" de tyngre och mer kapitalkrävande åtgärderna. På så sätt kan man uppnå god avkastning på hela åtgärdspaketet redan under det första året.
- Taxesättning för fjärrvärme med i många fall höga fasta kostnader och låga rörliga kostnader. Genom tillämpning av en taxa baserad på kategoritimal (fiktiva utnyttningstider) för olika typer av byggnader belägna i olika klimatzoner med en därvid eftersläpande möjlighet att förändra abonnemangseffektens storlek beroende på energisparande, borde förutsättningarna för energisparande ha förbättrats något. Dock ger ett kraftfullt energisparande upphov till att de schablonbaserade kategoritimalen saknar relevans varför förhandlingar måste genomföras och därvid uppstår lösningar igen mellan energiverk och fastighetsägare. På många håll har på senare tid också en taxekonstruktion baserad på sommar respektive vintertaxa börjat tillämpas, då fjärrvärmeleveransen baseras på att spillvärme i större eller mindre omfattning utnyttjas. Det är väsentligt att fjärrvärmens taxesättning beaktas vid valet av lämplig åtgärds-konstruktion.
- Förändringen av gällande energisparstöd i form av lån och bidrag sker så ofta att det är svårt för en fastighetsägare att kunna bedriva en något så när långsiktig planering vad avser de tyngre åtgärderna. Detta kan också gälla övriga intressenter på marknaden.
- Informationen om de nya stöden kommer dessutom ut till berörda parter så sent att det ofta uppstår "vakuum" i dessa led under lång tid.

* Drift och uppföljning

För att kontrollera att förväntad besparing uppnåtts bör man upprätta statistik över förbrukningen så att resultatet kan följas regelbundet. Ofta finns utrymme för en uppföljning av förbrukningen före genomförandet. Denna möjlighet bör då utnyttjas så att man kan bilda sig en uppfattning om hur stor besparingseffekt man får av insatta åtgärder.

Genomförandet av åtgärderna innebär inte att drift och skötsel i fortsättningen kan eftersättas. Det kan snarare vara så att nya, eventuellt mera komplicerade åtgärder, kan kräva intensivare driftkontroll och bättre skötselinstruktioner än den tidigare anläggningen fordrade.

Den långa perioden av normal drift efter åtgärdernas genomförande är avgörande för om de förväntade besparingarna skall kunna uppnås eller ej. Stora ansträngningar bör göras för att effektivisera driften, och de pengar man lägger ned på detta är i allmänhet mycket väl använda. Man bör således räkna med att också driftskedet inledningsvis kan behöva en viss investering i form av utbildning och bättre hjälpmedel.

- Övergången från genomförande till driftskede och normal förvaltning av en större byggnad bör ägnas stor uppmärksamhet. Ofta utsätts den som ansvarar för den dagliga driften för stark påverkan från brukaren, främst på att höja temperaturen. Hyresgäster reagerar t ex ofta negativt om radiatorerna känns kalla, även om temperaturen i lägenheten är acceptabel. Man måste dock beakta att människor är olika. Gamla människor behöver högre temperatur än yngre familjer för att uppleva samma komfort. Det krävs gott omdöme för att i samråd med brukaren finna den rätta avvägningen mellan krav på låg energiförbrukning och på god komfort. Det viktiga i sammanhanget är att temperaturen hålls konstant i tiden och att den inte tillåts glida upp successivt på grund av tryck på fastighetsskötaren.
- För att energibesparingen skall bibehållas är det nödvändigt med skötselinstruktioner. Dessa skall vara enkla men detaljerade. Om komplicerad teknisk apparatur installerats är det dessutom nödvändigt med utbildning av driftpersonal.
- Uppföljning av förbrukningen av värme, el och vatten är mycket viktig. Noggrann statistik bör föras så att man får ett bra underlag för att bedöma såväl de genomförda åtgärderna som funktionsfel och behovet av ytterligare åtgärder. Statistikerna skall användas som ett hjälpmedel som fortlöpande utvärderas så att eventuella fel snabbt kan rättas

till. Sparåtgärder, som på papperet verkar bra, kan i praktiken visa sig ineffektiva, vilket snabbt kan upptäckas med hjälp av rätt utnyttjad förbrukningsstatistik.

- Vid uppföljning av energisparandet kan man ofta upptäcka att den verkliga besparingen avviker markant från den förväntade. Detta kan ha många orsaker. I många fall är energibesparingen svår att beräkna på förhand. Byggnadens energibalans är aldrig helt känd, varför de antaganden man måste göra ej är korrekta. Vidare varierar effekten av en åtgärd mycket från fall till fall. Om man exempelvis gör en injustering av uppvärmningssystemet beror effekten både på hur stora temperaturvariationerna var före åtgärd och på hur väl injusteringen utförs.
- Vid utvändigt tilläggsisolering av ytterväggar kan full effekt av åtgärden inte förväntas omedelbart om väggarna varit fuktiga före åtgärden. Det kan dröja ett till två år innan väggarna har torkat ut helt. Under denna tid åtgår det mycket energi för att driva ut fukten. Detta kan också medföra att man inte kan sänka innetemperaturen fullt ut förrän efter ganska lång tid. Den inre väggytans temperatur blir låg så länge uttorkning pågår.
- Om verkligt utfall avviker från det förväntade måste man också fundera över om det kan bero på ändrat brukarbeteende. En bättre temperaturfördelning kan leda till minskad vädring, vilket har en positiv effekt på energiförbrukningen. I andra fall kan familjesammansättningen ha ändrats i samband med åtgärderna. Detta kan ofta ske när större ombyggnader utförs.

5. TEKNISKA LÖSNINGAR

5.1 Inledning

I föregående avsnitt har olika systemsamband diskuterats, samband, som det gäller att noga beakta när man vill förbättra förutsättningarna för en effektiv energianvändning i en befintlig byggnad. I det enskilda fallet gäller det att välja en riktigt sammansatt åtgärds kombination. Det finns ett stort antal enskilda energisparåtgärder att välja bland. I det följande redovisas en beskrivning av dessa. Målsättningen har varit att redovisa en så fullständig förteckning över aktuella energisparåtgärder som möjligt. I första hand är åtgärderna genomförbara i bostäder och en ytterligare avgränsning är att de skall kunna utföras med idag känd och beprövad teknik. FoU-insatser och erfarenheter har fått bilda grund för uppskattning av åtgärdernas effekt.

5.2 Indelning av tekniska lösningar

De energisparåtgärder som kan bli aktuella kan indelas på flera olika sätt.

5.2.1 Indelning efter funktion

En indelning efter åtgärdens funktion d v s efter den post i energibalansen där åtgärden har sin huvudsakliga besparingseffekt, har befunnits vara mest ändamålsenlig. I den uppräknig av möjliga energisparåtgärder som följer har sålunda följande indelning gjorts:

- * Värmeproduktion
- * Värmedistribution
- * Ventilation
- * Transmission
- * Tappvarmvatten
- * Övrigt

Ett flertal andra sätt att systematisera åtgärds katalogen har övervägts men förkastats av varierande skäl.

5.2.2 Byggnadstekniska/installationstekniska

Detta är den traditionella indelningen som har sin grund i den kategoriseringsuppdelning som finns mellan olika yrkeskategorier inom byggnadsindustrin. Indelningen är olycklig eftersom den kan leda till att viktiga samband mellan byggnads- och installations-

tekniska system försummas. Detta har i många fall lett till att energispareffekter ej nått förväntad nivå eller t o m helt uteblivit. I vissa fall har även skador uppkommit på byggnaden eller inomhusklimatet blivit oacceptabelt p g a att dessa systemsamband ej beaktats. Det vore därför fördelaktigt om man kunde frigöra sig från detta sätt att kategoriindela olika besparingsåtgärder.

5.23 Indelning efter ingreppets storleksordning

En annan vanlig indelning är följande:

- Drift- och skötselåtgärder
- Enklare energisparåtgärder
- Genomgripande energiteknisk upprustning

På detta sätt har energianvändningen effektiviserats framför allt i flerbostadshus och i lokalbeståndet. Ett genomförande på detta sätt har kortsiktigt ekonomiska fördelar men kan sett över byggnadens hela återstående brukstid vara mindre fördelaktig. Orsaken är dels att man tvingas genomföra vissa åtgärder (injusterings- av värme och ventilation, effektivisering av uppvärmningsanordning m m) varje gång energibalansen för byggnaden förändras. Dessutom försittes möjligheten att låta de kortsiktigt lönsamma åtgärderna bidra till att ge en åtgärds kombination innehållande långsiktigt lönsamma åtgärder betalningsöverskott redan de första åren efter genomförandet. En strategi som följer denna indelning bör därför undvikas.

5.24 Indelning efter byggnadskategori

Ett sätt skulle kunna vara att indela åtgärderna efter den typ av byggnad där de kan bli aktuella att genomföra. En sådan indelning leder dock oundvikligen till en mängd upprepningar eftersom en och samma åtgärd ofta bör övervägas i alla typer av byggnader. Dock finns det åtgärder, främst installationstekniska, som endast är aktuella i vissa typer av byggnader. I den följande åtgärdslistan anges då detta speciellt, men indelningen som sådan har ej ansetts praktisk att följa.

5.25 Indelning efter ROT-programmets belåningssystem

Åtgärder skulle även kunna kategoriindelas efter det nya belåningssystem för befintliga byggnader som nyligen införts. Naturligt vore då följande indelning:

- * Drift- och skötselåtgärder
- * Renoveringsåtgärder

* Ombyggnadsåtgärder

Fördelarna med en sådan uppdelning skulle vara stor eftersom bl a den kommunala energiplaneringen kommer att göras på detta sätt. Det finns dock även nackdelar med denna indelning. Gränsdragning mellan vad som är renovering respektive ombyggnad är svår att göra. Många energisparåtgärder hör hemma i alla tre kategorierna ovan varför upprepningar skulle bli nödvändiga. Även detta sätt att strukturera materialet har därför förkastats.

5.3 Åtgärds katalog

5.3.1 Redovisade tekniska lösningar:

Följande åtgärder behandlas:

* Värmeproduktion

- Trimning av panninstallation
- Sotning av panna
- Installation av rökgastermometer
- Installation av spjällregulator
- Installation av dragregulator
- Brännarbyte
- Tilläggsisolering av panna och/eller varmvattenberedare

* Värmedistribution

- Injustering av värmesystem
- Radiatortermostatventiler
- Automatisk start/stopp av värmecirkulationspump
- Central temperaturreglering av värme
- Central temperatur- och tidsstyrning av elvärme

* Ventilation

- Rensning av ventilationskanaler
- Filterbyte/Filterrengöring
- Injustering av ventilation
- Drifttidsstyrning av ventilation
- Värmeåtervinning ur ventilationsluft vid FT-system
- Värmeåtervinning ur ventilationsluft vid S- och F-system
- Torkrumsaggregat
- Frånluftsvärmepump för beredning av tappvarmvatten
- Tätning av väggar och bjälklag
- Tätning av bjälklagskant genom injektering med karbamidskum
- Vindfång vid entrédörrar

* Transmission

- Fönsterbyte
- Invändig tilläggsisolering av fönster
- Utvändig tilläggsisolering av fönster
- Minskning av fönsterarea
- Utvändig tilläggsisolering på vindsbjälklag
- Invändig tilläggsisolering av vindsbjälklag
- Tilläggsisolering av uppvärmd vind
- Utvändig tilläggsisolering av plana tak
- Utvändig tilläggsisolering av yttervägg
- Invändig tilläggsisolering av yttervägg
- Injektering av skum för tilläggsisolering av yttervägg
- Utvändig tilläggsisolering av källaryttervägg ovan mark
- Utvändig tilläggsisolering av källaryttervägg under mark
- Invändig tilläggsisolering av källaryttervägg
- Tilläggsisolering av bottenbjälklag på ovansidan
- Tilläggsisolering av golv mot mark på undersidan

* Tappvarmvatten

- Temperatursänkning av tappvarmvatten
- Flödesbegränsning av tappvarmvatten
- Tidsstyrning av varmvattencirkulation

* Övrigt

- Minskad fastighets- och hushållsförbrukning av el
- Drift- och skötselinstruktioner

5.32 Läsanvisning för åtgärds katalog

Beskrivning och kommentarer till de åtgärder som behandlas i den följande katalogen har disponerats på följande sätt:

ÅTGÄRD: Åtgärdens benämning

TEKNISK

BESKRIVNING: Här anges de tekniker som idag tillämpas för att utföra åtgärden. Målsättningen har varit att redovisa känd och beprövad teknik. I de fall när en teknik ännu inte är fullt utprovad anges detta speciellt.

Under denna rubrik anges vidare om åtgärden är aktuell endast i viss typ av bebyggelse eller om tillämpningen har andra begränsningar.

Att tänka på:

Under denna rubrik sammanfattas kortfattat de erfarenheter som hittills nåtts genom åtgärdens praktiska tillämpning. Avsikten är att göra läsaren uppmärksam på att här finns en positiv eller negativ möjlighet som det gäller att uppmärksamma när åtgärdens genomförande planeras. Mera djupgående information kring de påtalade möjligheterna finns ofta att hämta i de publikationer som anges under rubriken "KÄLLOR".

EFFEKT:

Under denna rubrik redovisas kunskap om åtgärdens effektivitet. Avsikten är att läsaren här skall få en uppfattning om huruvida besparingseffekten är säker och om man kan uppskatta den före åtgärdens genomförande. Avsikten är inte att man ur det här redovisade materialet skall kunna bilda sig en klar uppfattning om effekten av åtgärder i ett enskilt fall. Att varje byggnad är en individ vars energisparmöjligheter måste bedömas individuellt har ju framhållits i många sammanhang tidigare. Vissa besparingseffekter anges dock. Dokumenterad forskning styrker då dessa påståenden.

Ofta användes uttrycket att "beräknad effekt överensstämmer med uppmätt effekt". Underförstått är då att utförandet är korrekt och att den tillämpade beräkningsmetoden är vedertagen. För den senare gäller att den bör beakta byggnadens energibalans under en längre tidsperiod, normalt ett år eller en uppvärmningssäsong.

När åtgärdens lönsamhet diskuteras ligger normalt fastighetsekonomisk bedömning i botten. Som framgått av tidigare avsnitt i rapporten kan dock lönsamheten bedömas mycket olika mellan olika typer av fastighetsägare. När åtgärden anges vara lönsam gäller denna bedömning för alla kategorier.

Att tänka på:

Under denna rubrik sammanfattas kortfattat olika erfarenheter som hittills nåtts. Om dessa råd beaktas kommer effektiviteten efter genomförandet att bli god och förutsättningar skapas för att effekten

skall bestå under åtgärdens brukstid.

KÄLLOR:

Under denna rubrik anges de publikationer som redovisar erfarenheter av den aktuella åtgärden. Av utrymmesskäl redovisas endast rapporter som just behandlar effekter av energisparteknik i befintlig bebyggelse. Naturligtvis tillämpas i energisparverksamheten en stor mängd kunskap som hämtats från ren teknikutveckling eller från projekt av mera grundforskningskaraktär. Ibland kan även resultat från forskningsinsatser inom andra områden än ren byggnadsteknik vara av värde. Förteckning över sådana projekt får dock sökas på annat håll t ex i serien BFR:s skriftutgivning eller i litteraturlistor från högskoleinstitutioner m fl.

Råd och anvisningar om tillgänglig energisparteknik, processen kring genomförandet av olika åtgärder, deras besparingseffekter samt konsekvenser för brukaren behandlas i många olika publikationer. Dessa kan vara utfärdade av såväl statliga myndigheter som branschorganisationer eller enskilda företag. Dessa publikationer åberopas inte. De synpunkter som framföres i dessa publikationer har dock ofta sin grund i det källmaterial som redovisas i denna rapport.

VÄRMEPRODUKTION

ÅTGÄRD: Trimning av panninstallation.

TEKNISK

BESKRIVNING: Med hjälp av rökgasanalys kan man fastställa behovet av intrimning av panna eller brännare. Aktuella åtgärder kan vara justering av rökgasspjäll, munstycksbyte i brännare, justering av oljetryck m m. Åtgärden skall ingå i normala drift- och skötselrutiner.

Att tänka på:

- * Røkgastemperaturen får ej sänkas för lågt - risk för kondensbildning i skorsten med korrosionsskador som följd.
- * Kontrollera om brännarens effekt är anpassad till byggnadens verkliga uppvärmningsbehov i samband med munstycksbyte.

EFFEKT: Effekten är helt och hållet beroende av hur väl skött anläggningen varit före åtgärdens genomförande. Kontroll av rökgaser och intrimningsåtgärder är dock självskrivna åtgärder i alla pannor. Någon lönsamhetsberäkning behöver ej genomföras.

Att tänka på:

- * Røkgasanalyser bör utföras flera gånger om året.
- * Kontrollera rökgasspjällens funktion med avseende på bl a täthet.
- * Utbilda personalen.
- * För statistik över bränsleförbrukningen, den kan indikera att verkningsgraden förändras.

KÄLLOR: - SABO (Bengt Johnsson)
 - HSB (Stig Nilsson)
 - EPD (Bygg-info)
 - 5000 värmepannor (Folke Peterson)

VÄRMEPRODUKTION

ÅTGÄRD: Sotning av panna.

TEKNISK

BESKRIVNING: Sotbeläggning inuti en panna försämrar värmeöverföringen till det värmebärande mediet. Regelbunden sotning är därför en förutsättning för att anläggningens verkningsgrad skall förbli hög. Mekaniska skrapor eller kemiska preparat utnyttjas. Sotning bör, under perioder då pannan utnyttjas, ske minst varannan månad. Åtgärden bör ingå i normala drift och skötselrutiner för alla pannor (ej el).

Att tänka på:

- * Kontrollera om andra beläggningar än sot finns på de värmeöverförande ytorna.
- * Glöm inte att avlägsna sotet ur pannan med jämna mellanrum.
- * Vissa kemiska preparat kan ge korrosiva angrepp.

EFFEKTER:

Genomsnittligt torde man kunna räkna med en förbättring av förbränningsverkningsgraden med 5-10 % i villapannor och i flerbostadshus med egen panna. Bedömningen förutsätter att sotningen sker ungefär dubbelt så ofta som tidigare. I övriga fall blir besparingen mindre genom att pannskötseln i större anläggningar kan antagas vara bättre.

Att tänka på:

- * Genomströmningsförlusterna kan öka något p g a sotningen.
- * Sotbeläggningens tillväxt kan kontrolleras genom mätning av rökgastemperaturens förändring. Ett sotskikt på 1 mm ökar temperaturen med 20-40°C.

KÄLLOR:

- Cleaning of small boilers (Folke Peterson)

- Sotbeläggningar i värmepannor (Folke Peterson)
- HSB (Stig Nilsson)
- EPD (Bygg-info)
- 5000 värmepannor (Folke Peterson)

VÄRMEPRODUKTION

ÅTGÄRD: Installation av rökgastermometer

TEKNISK

BESKRIVNING: Installation av en fast rökgastermometer underlättar täta kontroller av rökgas-temperaturen. En ökning av denna indikerar att sotning erfordras.

Att tänka på:

- * Temperaturmätningssutrustning av bimetalotyp försämras med tiden om den sitter i rökgaskanalen kontinuerligt.
- * Välj mätpunkt med omsorg så att verklig rökgastemperatur mätes.

EFFEKT:

Energibesparingen erhålles indirekt i och med att avläsningen utnyttjas som signal för att eventuellt utföra annan energisparåtgärd. Jämför åtgärden "Sotning av panna".

Att tänka på:

- * Kontrollera(kalibrera) termometern någon gång per år.

KÄLLOR:

- EPD (Bygg-info)

VÄRMEPRODUKTION

ÅTGÄRD: Installation av spjällregulator.

TEKNISK

BESKRIVNING: Åtgärden är aktuell i större byggnader med egen panna som eldas med olja eller gas. Spjällregulatorn styr luftflödet genom pannan till rätt nivå när brännaren är igång samt stryper flödet när brännaren står stilla. Härigenom minskas s k genomströmningsförluster p g a avkylande luftströmmar genom pannan.

I småhus kan en s k motdragslucka i rökkanalen fylla liknande funktion. Denna stänges mekaniskt då brännaren startar.

Att tänka på:

- * Åtgärden är ej aktuell för eventuella reservpannor.
- * Pannans återstående livslängd bör bedömas vara minst 10 år.
- * Kontrollera om befintliga rökgasspjäll behöver bytas.
- * Anläggningen måste förses med automatik som blockerar brännarstart eller stannar brännaren om rökgasspjället ej öppnas.

EFFEKT: Besparingseffekten finns dåligt dokumenterad. Pannans totala verkningsgrad förbättras uppskattningsvis med 3-5 %-enheter. Effekten beror av en rad faktorer såsom stilleståndstider, brännare och panntyp.

Att tänka på:

- * Åtgärden kräver underhåll.
- * Kontrollera rökgasspjällets täthet.

KÄLLOR:

- SABO (Bengt Johnsson)
- HSB (Stig Nilsson)
- Genomströmningsförluster (Peterson, Dafgård)

VÄRMEPRODUKTION

ÅTGÄRD: Installation av dragregulator.

TEKNISK

BESKRIVNING: Panninstallationens rökgasspjäll förses med en reglermotor som känner av trycket i pannan eller differenstrycket mellan eldstad och atmosfärstryck. När brännaren startar öppnas spjället till rätt nivå. Spjället stänges åter när brännaren stoppas. Åtgärden är aktuell i olje- eller gaseldade pannor. Åtgärden kombineras med installation av spjällregulator i normalfallet.

Att tänka på:

- * Installera säkerhetsanordningar som löses ut om spjället ej öppnas.
- * Kontrollera att rökgastemperaturen ej blir för låg.

EFFEKT: Åtgärden förbättrar pannans verkningsgrad, dels genom att minska genomströmningsförlusterna vid stillestånd, dels genom att minska förbränningsförlusterna genom anpassning till belastning o dyl. En förbättring av totalverkningsgraden med 2-3 %-enheter är normalt sett möjlig. Om reglerutrustning av spjällregulator typ saknas är åtgärden ännu mer energieffektiv.

Att tänka på:

- * Utrustningen skall kontrolleras inom ramen för normala drift- och skötselrutiner.
- * Normalt utrustas inte reservpanna med dragregulator.

KÄLLOR:

- SABO (Bengt Johnsson)
- HSB (Stig Nilsson)
- Genomströmningsförluster (Peterson, Dafgård)

VÄRMEPRODUKTION

ÅTGÄRD: Brännarbyte

TEKNISK

BESKRIVNING: Hög koldioxidhalt i rökgaserna är ett tecken på att en panna har god förbränningsverkningsgrad. Ligger koldioxidhalten under 10 % även efter trimning av pannan är detta ett tecken på att oljebrännaren behöver bytas. Åtgärden kan vara aktuell för alla brännare äldre än 10 år men även för yngre oljebrännare i små och medelstora värmecentraler.

Att tänka på:

- * Kontrollera byggnadens effektbehov och anpassa brännarens kapacitet till detta .
- * Ta hänsyn till om omfattande energispar-åtgärder är planerade och avvakta eventuellt med brännarbytet intill dess att dessa är genomförda.
- * En renovering av befintlig brännare kan i vissa fall vara aktuell om man önskar senarelägga bytet. Oftast förekommande renoveringsbehov föreligger på brännardysor eller flambägare. Deras funktion är att skapa en god förbränning och stabil flamma.

EFFEKT:

Energispareffekten är ofta mycket god men beror naturligtvis starkt av situationen före bytet.

Någon mera ingående ekonomisk analys av lönsamheten behöver normalt sett inte utföras.

Att tänka på:

- * Brännaren behöver underhållas. Munstycke bytes 1-2 gånger per år. Gamla munstycken kasseras!
- * För statistik över bränsleförbrukningen. Den ger indikation på förändrad verkningsgrad.

- KÄLLOR:
- Kostnader och livslängder för medelstora värmecentraler (Axelsson, Dafgård)
 - SABO (Bengt Johnsson)
 - HSB

VÄRMEPRODUKTION

ÅTGÄRD: Tilläggsisolering av panna och/eller varmvattenberedare.

TEKNISK

BESKRIVNING: Många pannor eller varmvattenberedare av äldre årgång har icke tillfredsställande värmeisolering. En indikation på behovet av att tilläggsisolera dessa kan man få genom att kontrollera yttemperaturen på installationerna. Ligger denna över $+40^{\circ}\text{C}$ är åtgärden ofta aktuell. För villapannor har speciella system för tilläggsisolering utvecklats, för övriga installationer finns känd teknik att tillämpa.

Att tänka på:

- * Luckor till pannor är ofta helt utan isolering.
- * Välj att tilläggsisolera lätt åtkomliga ytor, lämna svåråtkomliga som de är.

EFFEKT:

Erfarenheter av åtgärdens effekt saknas men reduktionen av transmissionsförlusterna är beräkningsbar. För lätt åtkomliga ytor är åtgärden normalt lönsam åtminstone på installationer äldre än 10 år. För yngre installationer eller på mera svåråtkomliga ytor bör en mera noggrann analys av lönsamheten göras.

Att tänka på:

- * En större andel av transmissionsförlusterna under uppvärmningssäsongen kommer byggnaden tillgodo.
- * Välj en ordentlig isolertjocklek om åtgärden genomföres.
- * Välj obrännbara högtemperaturtåliga material.

VÄRMEDISTRIBUTION

ÅTGÄRD: Injustering av värmesystem

TEKNISK

BESKRIVNING: I uppvärmningssystem med vattenburen värme råder ofta hydraulisk obalans. Denna förorsakar en spridning i inomhus-temperaturen som inte är önskvärd. Åtgärden innebär installation eller justering av befintliga stamregleringsventiler samt justering av ventiler vid varje radiator så att den hydrauliska balansen utjämnas. Tekniken tillämpas främst i flerbostadshus eller lokaler. I mindre anläggningar åstadkommes injusteringen enklare genom radiator-termostatventiler. Flera olika metoder för att åstadkomma injusteringen har utvecklats.

Att tänka på:

- * Anlita fackman för utförandet.
- * Byt äldre stamregleringsventiler.
- * Åtgärden är nästan alltid aktuell efter isoleråtgärder.

EFFEKTER:

Spareffekten beror av graden av hydraulisk obalans i systemet före åtgärd. Många fältförsök bekräftar god spareffekt men den exakta besparingen är ofta svår att urskilja ur resultaten eftersom den brukar ingå som en del av en besparing av ett större åtgärds paket. Spareffekten erhålles genom en justering av reglerkurvan för anläggningen.

Att tänka på:

- * Åtgärden skall utföras efter andra energisparåtgärder och är ofta nödvändig för att spareffekten av dessa skall säkerställas. Speciellt i samband med tilläggsisoleringar är detta nödvändigt. Injustering kan därför behöva genomföras flera gånger under byggnadens livslängd.
- * Välj en "högflödesmetod" (t ex Mandorffs metod) om det i en framtid kan bli aktuellt med lågtempererad värme i byggnaden.

- * Kontrollera spridningen i rumstemperatur innan åtgärden genomföres. Om denna är mindre än ca $+0,5-1,0^{\circ}\text{C}$ behöver åtgärden inte genomföras, då större noggrannhet i praktiken ej kan erhållas.
- * Efter omfattande energisparåtgärder kan rören i radiatorkretsen behöva tilläggsisoleras för att erhålla tillräcklig reglerbarhet.

KÄLLOR:

- Ulvsundaprojektet (Höglund, Johnsson, Lagerström)
- Energibesparing - en undersökning i två flerfamiljshus (Adamson, Hämler, Mandorff)
- Att spara energi i flerbostadshus (Bengt Johnsson)
- Energibehov för bebyggelse, EKC (Höglund, Peterson, Sandsten, Stillesjö)
- Energisparkvarter i Göteborg (Anders Nilson)
- Energisparkvarter i Sundbyberg (Gunnar Franzén)
- Energisparkvarter i Umeå (Olov Sandberg)
- Energisparkvarter i Malmö (Bertil Fredlund)
- Energisparkvarter i Uppsala (Sven-Erik Bjerking)
- Adjustment of radiator valves (Folke Peterson)
- Injustering av värmesystem. Informationskrift från VVS-Tekniska föreningen och Statens Energiverk

VÄRMEDISTRIBUTION

ÅTGÄRD: Radiatortermostatventiler

TEKNISK

BESKRIVNING: Termostatventilens uppgift är att strypa vattentillförseln till radiatorn när temperaturen i rummet överstiger inställt värde. Termostatreglerade ventiler monteras därför på varje radiator. Ventilerna finns i flera varianter bl a skiljer känslkroppens placering och ventilens förinställbarhet. Typgodkännandeverksamhet för termostatventiler infördes under år 1978. Ventiler monterade före detta år eller icke typgodkända varianter som monterats senare kan behöva bytas.

Att tänka på:

- * Välj typgodkända radiatortermostatventiler.
- * Välj ventiler med möjlighet till förinställning.

EFFEKT:

Erfarenheterna av radiatortermostatventiler mycket blandade. Vissa uppgifter tyder på helt utebliven effekt medan andra påvisar stora besparingar. En av orsakerna till spridningen i resultat torde vara att ventilerna varit av mycket varierande kvalitet. Genom typgodkännande och därtill knuten tillverkningskontroll har de sämre varianterna sorterats bort från marknaden. Fortfarande bedömes dock spareffekten olika från olika experthåll. Åtgärden kan därför inte bedömas vara lönsam utan att förutsättningarna i det enskilda fallet noga utredes. Åtgärden kan dock ändå vara aktuell ur komfortsynpunkt.

Att tänka på:

- * Placera känslkroppen rätt - tänk på värmeavgivning från rör, solinstrålning, vädring m m.
- * Montera i första hand termostatventiler i utrymmen där man kan förvänta stora värmeöverskott t ex i kök, vid stora fönsterytor mot söder o s v.

- * Åtgärden innebär inte att andra injusterings- eller temperaturregleringsåtgärder kan uteslutas. Central temperaturreglering kompletterar t ex radiatortermostatventiler utmärkt.

KÄLLOR:

- Ulvsundaprojektet (Höglund, Johansson, Lagerström)
- Att spara energi i flerbostadshus (Bengt Johnsson)
- Energibehov för bebyggelse, EKC (Höglund, Peterson, Sandesten, Stillesjö)
- Energisparkvarter i Göteborg (Anders Nilson)
- Bergsjöprojektet i Göteborg (Stadsbyggnadskontoret)
- Energisparkvarter i Sundbyberg (Gunnar Franzén)
- Indoor temperatures and user's behaviour in dwellings with or without thermostat controlled radiator valves (Karin Widegren-Dafgård)
- Högskoleprojekt I
- Termostatventilers funktion och betydelse för energiförbrukningen i flerbostadshus (Egon Lange, Thomas Lundgren)

VÄRMEDISTRIBUTION

ÅTGÄRD: Automatisk start/stopp av värmecirkulationspump.

TEKNISK

BESKRIVNING: Med hjälp av tidur kan man styra värmecirkulationspumpens drifttider. Detta kan kombineras med en styrning av pumpen med hänsyn till utomhustemperaturen. Då utomhustemperaturen överstiger ett förinställt värde, vanligen ca +15°C, stoppas värmecirkulationspumpen och startas igen då temperaturen ånyo sjunker. Om automatiken nyttjas tillsammans med automatik för exempelvis nattsänkning av framledningstemperaturen blockeras pumpstart även om utomhustemperaturen sjunker. Detta ökar en effektiv energianvändning i byggnaden. Pumpen "motioneras" automatiskt även då utomhustemperaturen överstiger inställt värde.

I en utökad form kan åtgärden även innebära att hela uppvärmningssystemet tidsstyres genom avstängning under natten i bostäder eller under nätter och helger i skolor, kontor o s v. Detta ger en snabbare temperatursänkning och därmed en effektivare energianvändning.

Att tänka på:

- * Kontrollera om tiduret även kan få styra ventilationen. Datoriserad utrustning för styrning av flera funktioner finns idag på marknaden.
- * Ofta kan befintlig utrustning kompletteras med pumpstyrningsautomatik till rimliga kostnader.
- * I vissa fall kan man låta pumpen stå under perioder med överskottsvärme.
- * Sverige tillämpar numera sommar- och vintertid.
- * Kontrollera att alla utrymmen i byggnaden tål åtgärden även under extrema köldperioder.

EFFEKT:

Teoretiskt ger åtgärden i normalfallet en besparingseffekt på 2-3 % av nettoenergiförbrukningen för transmission och

ventilation vid en temperaturinställning på 15°C. Förutom energibesparingen erhålles vissa förvaltningstekniska fördelar genom att pumparna stängs av automatiskt när eldningssäsongen närmar sig slutet men "motioneras" för att förhindra egensättningar m m.

Erfarenheterna av nattsänkning av inomhustemperaturen är mycket blandade. I många fall har besparingseffekten helt uteblivit medan man i andra fall påvisat god besparing. Genom kombinationen med styrning också av värmecirkulationspumpen kan effekten öka. Lätta byggnader med hög specifik energiförbrukning har den, teoretiskt sett, största besparingspotentialen. Nattsänkningen blir m a o mindre intressant ju effektivare energianvändningen blir i byggnaden. De ekonomiska förutsättningarna för åtgärden bör studeras från fall till fall.

Att tänka på:

- * Ta hänsyn till byggnadens värmetröghet när start- och stopptiden fastlägges.
- * Temperaturinställningen beror såväl av byggnadens geografiska läge som av verksamhet och energiteknisk standard.

KÄLLOR:

- Nattsänkning av temperatur i flerbostadshus (Lars Jensen)
- Intermittent uppvärmning - nattsänkning (Nils Dafgård)
- Energisparkvarter i Göteborg (Anders Nilson)
- Energisparkvarter i Umeå (Olov Sandberg)
- Energibehov för bebyggelse, EKC (Höglund, Person, Sandsten, Stillesjö)
- Driftserfarenheter av vattenburna värmesystem i småhus (Stig Hammarsten)

VÄRMEDISTRIBUTION

ÅTGÄRD: Central temperaturreglering av värme.

TEKNISK

BESKRIVNING: Många byggnader saknar ännu utrustning för central temperaturreglering av framledningstemperaturen i radiatorkretsen. Åtgärden innebär i sin enklaste form att en reglermotor monteras på shunten som sedan styres efter en för byggnaden anpassad reglerkurva. Utrustningen bör även ge möjlighet till sänkning av inomhustemperaturen under vissa delar av dygnet, samt till automatiskt start eller stopp av värmecirkulationspumpen. Finns automatisk shuntutrustning kan denna normalt kompletteras med sådan utrustning. Utrustning baserad på mikrodator teknik finns numera på marknaden, vilken möjliggör att fler objektspecifika faktorer kan beaktas vid reglerförloppet. I normalfallet låter man inomhustemperaturen styra framledningstemperaturen. Detta kan dock kombineras med eller i vissa speciella fall ersättas av en styrning med hänsyn till inomhustemperatur eller frånluftstemperatur. Hänsyn kan tas till sol- och vindbelastning.

Att tänka på:

- * Ta hänsyn till byggnadens värmetröghet vid inställning av tidur.
- * För bästa komfort bör man köra efter en annan reglerkurva under höst och vår än under vintern. Genom användande av ny mikrodator teknik kan sådana brytpunkter läggas in i reglerkurvan.
- * Sverige tillämpar numera sommar- och vintertid.
- * Kontrollera ventilstorleken för att erhålla en god reglering.

EFFEKT:

Spareffekten bestäms i hög grad av förhållandena före åtgärden. En duktig fastighetsskötare eller en intresserad småhusägare kan naturligtvis ha skött handshunten på ett energiekonomiskt sätt. Erfarenheten säger dock att människan reagerar långsamt för övertemperaturer men snabbt på för låga temperaturer.

Det finns alltså anledning förmoda att det finns en ganska stor besparingspotential att hämta hem med åtgärds kombinationen automatisk shuntning, nattsänkning av temperaturen och eventuell avstängning av värmecirkulationspumpen. Normalt kan man nog räkna med en genomsnittlig inomhustemperatursänkning på 1-2^oC av åtgärden.

Att tänka på:

- * Var noga med val av reglerkurva.
- * Åtgärden bör kompletteras med en injustering av uppvärmningssystemet.

- KÄLLOR:
- Nattsänkning av temperatur i flerbostadshus (Lars Jensen)
 - Energisparvarter i Göteborg (Anders Nilson)
 - Energisparvarter i Umeå (Olov Sandberg)
 - Energibehov för bebyggelse (Höglund, Person, Sandsten, Stillesjö)
 - Driftserfarenheter av vattenburna värmesystem i småhus (Stig Hammarsten)
 - Intermittent uppvärmning - nattsänkning (Nils Dafgård)

VÄRMEDISTRIBUTION

ÅTGÄRD: Central temperatur- och tidsstyrning
reglering av elvärme.

TEKNISK

BESKRIVNING: Elvärmda byggnader är normalt utrustade med rumstermostat för att undvika onödiga övertemperaturer. Ett sådant uppvärmningssystem kan kompletteras med utrustning för central tidsstyrning t ex nattsänkning eller helgsänkning.

Att tänka på:

- * Övertemperaturer regleras av rumstermostaten - det kompletterande systemet skall inte eliminera sådana.
- * Överväg om reglersystemet skall stänga av uppvärmningen under sommarperioder. Enstaka kalla nätter kan knappast motivera tillförsel av värme.
- * Beakta effektbehovet vid start.
- * Sverige tillämpar numera sommar- och vintertid
- * Tänk på att olika kategorier av boende/brukare har olika behov av komfort.

EFFEKT:

Hittills vunna erfarenheter just från elvärmda byggnader är begränsade. Resultat från andra uppvärmningssystem borde dock i stort sett kunna tillämpas. Här ger dock uppföljningen en splittrad bild. Effekten beror helt och hållet på hur man lyckas med temperatursänkningen - bäst förutsättningar borde finnas i lätta småhus där brukaren har ett direkt intresse av att använda energin effektivt.

Att tänka på:

- * Beakta byggnadens värmetröghet vid bedömning av spareffekt och val av tider för temperatursänkningen.

KÄLLOR:

- Energibesparing vid tidstyrning av temperaturen i gruppbyggda småhus (Erik Björk, Sören Wiklund)
- Intermittent uppvärmning - nattsänkning (Nils Dafgård)

VENTILATION

ÅTGÄRD: Rensning av ventilationskanaler.

TEKNISK

BESKRIVNING: Befintliga ventilationskanaler behöver rensas med en frekvens som varierar kraftigt beroende på vilken typ av lokal den försörjer. För bostäder bör detta ske minst en gång vartannat år. Vissa kanaler (imkanaler) är rensningspliktiga ur brandskyddssynpunkt och rensas oftare. Åtgärden säkerställer förutsättningarna för att avsedda luftmängder kan transporteras i systemet. Motivet kan även vara hygieniskt.

Att tänka på:

- * Olika metoder finnes. Metodval beror bl a på typen av verksamhet i byggnaden och systemutformning.
- * Rensning av vertikala kanaler kräver ofta tillträde till lägenheter.

EFFEKT:

Rensning av ventilationskanalerna leder normalt sett inte till någon direkt energibesparing. Snarare garanterar den att förutsättningar finns för att projekterad lufthygien skall kunna upprätthållas. Energispareffekten finns inte dokumenterad.

Att tänka på:

- * Åtgärden skall ingå i normala drift- och skötselinstruktioner för byggnaden.
- * Kontrollera och justera don efter genomförd rensning.

KÄLLOR:

- Erfarenheter från rensning av några ventilationssystem i flerfamiljshus uppförda under 1950-talet (Olle Wallin)
- Förändringar av frånluftsflöden vid rensning av kanaler i några flerfamiljshus uppförda under 1960-talet (Olle Wallin)
- Optimalt rensningsintervall för frånluftskanaler i flerfamiljshus (Olle Wallin)

- Energisparkvarter i Sundbyberg
(Gunnar Franzén)
- Energisparkvarter i Göteborg (Anders
Nilson)

VENTILATION

ÅTGÄRD: Filterbyte/Filterrengöring.

TEKNISK

BESKRIVNING: Samtliga filter i ventilationssystemen behöver rengöras eller bytas regelbundet. Frekvensen varierar kraftigt med byggnadens användning, typ av filter o s v.

Att tänka på:

- * Olika typer av filter kan användas, engångsfilter eller rengöringsbara. Valet beror bl a på verksamhetstyp i byggnaden.
- * Utrustning för mätning och eventuellt larm vid för höga differenstryck över filtret (för stor försmutsning) bör installeras.

EFFEKT:

Filterbytet leder inte till någon direkt energibesparing men är en förutsättning för att installerat system skall fungera på avsett sätt. Effekten på energiförbrukningen finns ej dokumenterad.

Att tänka på:

- * Kontrollera filtrets nedsmutsningsgrad och förändra eventuellt frekvensen i byten eller rengöring.
- * Kontrollera årligen eventuella filtervaktens funktion.

VENTILATION

ÅTGÄRD: Injustering av ventilation

TEKNISK

BESKRIVNING: Alla system med mekanisk ventilation (F, FT eller FTX) behöver justeras med jämna mellanrum. Lämplig frekvens är ca vart 5:e år och den bör ingå i fastighetens normala drift- och skötselrutiner.

Att tänka på:

- * Åtgärden bör föregås av en rensning av ventilationskanalerna för att säkerställa ett bestående resultat.
- * Åtgärden bör utföras efter det att eventuella tätningar av byggnadens klimatskärm utförts.
- * Åtgärden bör utföras innan en injustering av uppvärmningssystemet genomföres.
- * Kontrollera kanalernas täthet. Om dessa är otäta bör dessa tätas eller en metod väljas med central injustering i anslutning till att luften lämnar byggnaden och inte såsom annars är vanligt att justera vid don.
- * Om tillträde till lägenheterna i flerbostadshus är svår att få bör central injustering övervägas.
- * Kontrollera om befintliga don är justerbara.
- * Studera ventilationseffektiviteten i FT-ventilerade byggnader. Om donen är placerade vid tak bör överluft mellan olika rum ske vid golv.

EFFEKT:

Åtgärden är genomförd i ett stort antal byggnader och ingår nu i normalt underhåll. Separat uppmätta spareffekter just av injustering saknas dock. Orsaken är främst att injusteringen ingår som en delåtgärd i ett större åtgärdspaket. Självfallet är effekten beroende av hur väl justerat systemet är före åtgärd. Erfarenheten från uppföljningar visar att systemen ofta är mycket

dåligt justerade varför besparingseffekten normalt är god.

Att tänka på:

- * Åtgärden måste upprepas ca vart 5:e år.
- * Anlita fackman för täthetskontroll och justering.
- * Informera hyresgästen om åtgärden, effekt av fönstervädning, igensättning av don m m.

KÄLLOR:

- Energisparkvarter i Göteborg (Anders
- Energisparkvarter i Umeå (Olov Sandberg)
- SABO (Bengt Johnsson)
- HSB (Stig Nilsson)
- EPD (Bygg-info)

VENTILATION

ÅTGÄRD: Drifftidsstyrning av ventilation.

TEKNISK

BESKRIVNING: Åtgärden innebär att fläktvarvtalet i system med mekanisk ventilation varieras vid olika tider på dygnet. Drifftidstyrning är i första hand aktuell i lokaler men tillämpas ofta även i flerbostadshus.

Olika tekniska lösningar finns alltifrån steglös varvtalsreglering av fläktmotorerna till användning av 2-hastighetsmotorer och tidur. Som ett alternativ eller komplement till drifftidsstyrning kan behovsstyrd ventilation vara aktuell. Datoriserade styrsystem som exempelvis känner koldioxidhalten i frånluften har utvecklats men är ännu inte helt utprovade.

Att tänka på:

- * Åtgärden bör, om möjligt kombineras med en zonindelning av ventilations-systemet.
- * Ta hänsyn till byggnormens krav på minsta tillåtna luftomsättning.
- * Sverige tillämpar numera sommar- och vintertid
- * Tänk på att klimatskärmens täthet påverkar ventilationsgraden i balanserade ventilationssystem (FT- eller FTX-system).

EFFEKT:

Åtgärden har genomförts i ett stort antal byggnader. Även om någon mera noggrann utvärdering av effekten ej är känd så är erfarenheterna av åtgärden enbart positiva sett ur energibesparings-synpunkt. Från hyresgäster har dock klagomål ibland framförts p g a försämrad luftkvalitet inomhus.

Att tänka på:

- * Utrustningen behöver tillsyn. Tidur måste t ex ofta justeras efter strömavbrott.

- * Drifftiderna skall anpassas till lokalutnyttjandet.
- * Minskad ventilation kan ibland vara motiverad även under dagtid.
- * Kombinera drifftidstyrningen med en injustering av anläggningen och nedvarvning av fläktar (beakta normkraven).

KÄLLOR:

- SABO (Bengt Johnsson)
- HSB (Stig Nilsson)
- KBS (Stefan Sandesten)
- Behovsstyrd ventilation (Södergren, Puntilla)

VENTILATION

ÅTGÄRD: Värmeåtervinning ur ventilationsluft vid FT-system.

**TEKNISK
BESKRIVNING:**

Byggnader utrustade med mekanisk från- och tilluftsventilation kompletteras med utrustning för värmeåtervinning. Ett flertal tekniska lösningar alltifrån enkla plattvärmeväxlare till avancerade roterande värmeväxlare har utvecklats. Huvudsakligen är det erfarenheter från system tillämpade i nyproduktion som anpassats till behoven i befintlig bebyggelse. Ibland kan återluftsföring vara aktuell, speciellt i lokalbeståndet där verksamheten så tillåter och där frånlufts- och tilluftsaggregat är belägna nära varandra. Åtgärden är företrädesvis aktuell i flerbostadshus och lokaler.

Att tänka på:

- * Det är väsentligt att hela systemet är väl genomtänkt - anlita fackman.
- * Arbetsutförandet är viktigt.
- * Överväg att eventuellt införa en viss andel återluft (ej i bostäder).
- * Installation bör kombineras med en injustering av det befintliga systemet.
- * Beakta möjligheterna till s k kondensorvärmeåtervinning från kylanläggningar innan åtgärden överväges.
- * Kontrollera byggnadens täthet - väsentligt för återvinningsgraden är hur stor andel av totala luftflödet som passerar värmeväxlaren.
- * Kontrollera om avfrostningsbehov finns.
- * Kontrollera om det finns behov av eftervärmare.
- * Välj ett reglersystem anpassat till byggnadens behov.

- * Beakta luktöverföringsriskerna vid val av återvinningssystem.
- * Se över befintliga aggregats drifttider innan åtgärden övervägs.

EFFEKT:

Såväl spareffekt som investeringskostnad beror av systemval och det befintliga ventilationssystemets utförande. Om emellertid projekteringen och arbetsutförandet är noggrant utförda torde en systemverkningsgrad på minst 50 % vara möjlig att upprätthålla såsom ett genomsnitt under systemets brukstid. Detta förutsätter då även att drift och skötselrutiner följes. Ett flertal projekt där mycket av detta försumrats finns redovisade.

Att tänka på:

- * Injustera systemet noga - övertryck inomhus kan leda till fuktskador i byggnadskonstruktionerna, undertryck innebär en försämring av verkningsgraden, speciellt om byggnaden är otät.
- * Drift- och skötselrutiner måste införas och följas.

KÄLLOR:

- Värmeåtervinning ur ventilationsluft (Anders Svensson)
- Energisparkvarter i Umeå (Olov Sandberg)
- Villa 80 (Jan-Åke Jonson)
- Värmeåtervinning ur ventilationsluft (Sven A Svennberg)
- Rekuperativa värmeväxlare (M Abrahamsson, F Norin)

VENTILATION

ÅTGÄRD: Värmeåtervinning ur ventilationsluft vid S- och F-system.

TEKNISK

BESKRIVNING: Åtgärden innebär att ett befintligt självdragssystem eller system med mekanisk frånluft kompletteras med värmeåtervinningsaggregat samt ett kanalsystem för mekanisk tilluft. Åtgärden är främst aktuell i småhus och kan förutom av energisparskäl även installeras för att minska radondotterhalten i byggnaden.

Att tänka på:

- * Systemets tekniska utformning är viktig - konsultera fackman.
- * Placera om möjligt kanalsystemet i varma utrymmen. Om inte detta är möjligt är det viktigt att kanalerna utföres täta och med god värmeisolering.
- * Överväg att såsom alternativ installera frånluftsvärmepump för beredning av tappvarmvatten.
- * Kontrollera byggnadens täthet. Väsentligt för värmeåtervinningsgraden är hur stor andel av totala luftflödet som passerar aggregatet.

EFFEKT:

Med fackmannamässig projektering och dito arbetsutförande samt injustering kan en systemverkningsgrad om ca 40 % förväntas under systemets brukstid. Väsentligt är då att upprättade drift- och skötselinstruktioner följes.

Ett stort antal installationer finns utförda. Allmänt omvitnat är en förbättrad luftkvalitet inomhus som ett resultat av åtgärden. Mera tveksam är den rena energispareffekten. Här saknas dokumentation. För bedömning av åtgärdens lämplighet i det enskilda fallet bör en noggrann lönsamhetskalkyl utföras.

Att tänka på:

- * Kontrollera att eventuellt avfrostnings-system fungerar på avsett sätt.

- * Kontrollera eventuellt eftervärmningsbatteri i samma avseende.
- * Utforma användaranpassade drift och skötselinstruktioner.
- * Kanalernas täthet är viktig speciellt om dessa är dragna i icke värmda utrymmen.

KÄLLOR:

- Värmeåtervinning ur ventilationsluft (Sven A Svennberg)

VENTILATION

ÅTGÄRD: Torkrumsaggregat.

TEKNISK

BESKRIVNING: I flerbostadshus med gemensam tvättstuga med torkrum inmonteras tidur för automatisk avstängning av torkrumsfläktar och värmetillförsel till värmeaggregatet.

Att tänka på:

- * Överväg att som alternativ montera in torkaggregat baserad på kyltorkningsprincipen. Ett flertal olika system finns på marknaden idag.
- * Vattenburen värmetillförsel måste stängas av t ex med magnetventil.

EFFEKT:

Uppföljningar av besparingseffekter saknas. Åtgärden är dock så effektiv att någon lönsamhetskalkyl knappast behöver göras.

Om nya torkaggregat baserade på kyltorkningsprincipen installeras i stället för befintliga aggregat, där torkningen sker med hetvatten eller elvärme kan stora besparingseffekter normalt erhållas. Om hetvattentorkar bytes ut kan ofta hetvattentemperaturen till byggnaden sänkas med påföljande sekundära besparings-effekter i form av minsakade kulvertförluster m m. Åtgärden genomföres lämpligen i samband med renoveringsinsatser.

Att tänka på:

- * Utrustningen måste underhållas.
- * Upprätta användaranpassad instruktion.

KÄLLOR:

- SABO (AB Göteborgshem)

VENTILATION

ÅTGÄRD: Frånluftsvärmepump för beredning av tappvarmvatten.

TEKNISK

BESKRIVNING: Åtgärden kan genomföras i alla byggnader med självdragsventilation eller mekanisk frånluftsventilation. Jämfört med ventilationsvärmeväxlare ligger fördelen med detta system främst i att det kan utnyttjas även under årets varma del. Åtgärden är främst aktuell i flerbostadshus och vissa typer av lokaler. Mer energieffektiva system finns t ex där radiatorkretsens retur förvärmes när tappvarmvattenbehovet är tillgodosett.

Vid självdragssystem måste detta konverteras till mekanisk frånluftsventilation. Genomföres företrädesvis vid renoveringsinsatser.

Att tänka på:

- * Systemvalet är viktigt - anlita fackman.
- * Dimensionera anläggningen efter tappvarmvattenbehovet. Normalt innebär detta att hela frånluftmängden ej behöver utnyttjas eller att tappvarmvatten kan levereras till intilliggande byggnader.
- * Kontrollera befintliga ventilationskanalers täthet och värmeisoleringsgrad.
- * Kontrollera om befintliga fläktar klarar tillkommande tryckfall.
- * Åtgärden kan med fördel kombineras med flödesbegränsare vid tappställe
- * Ta hänsyn till att värmepumpen kan förorsaka ljudproblem.
- * Kontrollera med kommunens energiverk vilka bestämmelser som råder för anslutning av eldrivna värmepumpar.
- * Åtgärden kräver större kunskaper av förvaltningspersonalen.

- * Kontrollera att det finns service tillgänglig för det valda systemet.
- * Undersök möjligheterna till eventuell nedvarvning av befintliga frånluftsfläktar innan åtgärden genomföres.

EFFEKT:

Med en riktig systemdimensionering kan större delen av varmvattenbehovet täckas med värmepumpen.

Besparingar om ca 1500 kWh/år för lägenheter i flerbostadshus och ca 2000 kWh/år i småhus kan teoretiskt sett nås. Härvid har då förutsatts ett genomsnittligt behov av tappvarmvatten motsvarande 2500 respektive 3500 kWh/år. Många installationer finns utförda. För det enskilda fallet bör en noggrann lönsamhetskalkyl utföras.

Att tänka på:

- * Energibehovet för tappvarmvatten är ofta överskattat. Tänk på att armaturer och apparater utvecklats samt att brukarvanor förändrats.
- * Undersök möjligheten att utnyttja värmeinnehållet i frånluften även till annat än beredning av tappvarmvatten.
- * Kontrollera att utrustningen är utrustad med larm.
- * Det är viktigt att systemet installeras fackmannamässigt samt att det införes i byggnadens normala drift- och skötselrutiner.

KÄLLOR:

- Värmepumpar i befintliga flerbostadshus (Göran Gezelius)
- BFR:s projektpaket "Frånluftsvärmepumpar"
- Energisparkvarter i Göteborg (Anders Nilson)
- Energisparkvarter i Sundbyberg (Gunnar Franzén)
- Energisparkvarter i Umeå (Olov Sandberg)

VENTILATION

ÅTGÄRD: Tätning av väggar och bjälklag.

TEKNISK

BESKRIVNING: Vid anslutning mellan byggnadsdelar finns ofta otätheter. Teknik har utvecklats för att åtgärda de luftläckage som otätheterna leder till. Drevningsremсор av mineralull eller gummi och speciella fogmassor utnyttjas. Även polyuretanskum kan användas. Ofta utnyttjas en kombination av olika material. Åtgärderna utföres normalt inifrån i samband med invändig renovering eller utifrån vid fasadrenovering. Utföres tätningen inifrån är den ofta så lönsam att den är motiverad som enskild åtgärd.

Att tänka på:

- * Fogmassor som är täta mot vattenångdiffusion användes endast invändigt. Risk finns annars för att fuktutfällning kan förorsaka fuktskador inuti konstruktionen.
- * Den förbättrade tätheten kan leda till att byggnadens luftomsättning ej blir tillräcklig ur hygienisk synpunkt. Luftomsättningen måste då säkerställas på annat sätt, t ex genom inmontering av speciella tilluftsdon.
- * I samband med utvärdig tilläggsisolering av ytterväggar eller vindsbjälklag bör möjligheten att samtidigt förbättra tätheten utnyttjas.
- * En injustering av ventilationssystemet bör utföras efter det att tätningsåtgärderna genomförts.
- * Möjligheten att samtidigt förbättra byggnadens ljudklimat bör utnyttjas.
- * Dagens kvalitet på tejp kan ej anses vara så beständig att den kan användas.
- * Anlita välrenommerad fackman för arbetet.

EFFEKT:

Tättningsåtgärden minskar byggnadens ofrivilliga ventilation. Samtidigt uppnås ett förbättrat, dragfriare inomhusklimat som gör det möjligt att sänka inomhustemperaturen med bibehållen komfort. I och med detta minskar även transmissionsförlusterna.

Åtgärden förbättrar ibland även byggnadens ljudklimat.

Redovisade spareffekter av åtgärden saknas.

Att tänka på:

- * Välj beständiga tätningmaterial som kan förväntas ha lika lång brukstid som byggnaden.
- * Kontrollera att byggnormens krav på minsta tillåtna luftomsättning innehålles.

KÄLLOR:

- Energiförbrukningens vindberoende (G Åhlander, F Peterson)
- Räkna med luftläckningen (P-O Nylund)
- Lufttäthet och värmeisolering (B Carlsson, A Elmroth, P-Å Engvall)

VENTILATION

ÅTGÄRD: Tätning av bjälklagskant genom injektering av karbamidskum.

**TEKNISK
BESKRIVNING:** Bjälklagskonstruktioner i trä och deras anslutning till lätta utfackningspartier är svåra att utföra med god lufttätning. Otätheterna skapar ofta, förutom okontrollerat luftläckage med härav följande energiförluster, även hygieniska obehag i form av kalla golv eller drag. Ett sätt att åtgärda detta kan vara att injektera karbamidskum i bjälklagskanten. Metoden har fördelen att injekteringen kan göras genom små hål och alltså utan att fasadmaterialet behöver monteras ner.

Utförandet är dock förknippat med avsevärda tekniska svårigheter och innan åtgärden genomföres måste konsekvenserna noga övervägas.

Att tänka på:

- * Karbamidskummet innehåller vatten som måste ha en möjlighet att torka ut utan att byggnadskonstruktionerna skadas.
- * Det är viktigt att se till att skummet ej sätter igen för väggen eller bjälklaget nödvändiga ventilations-spalter.
- * Karbamidskum finns i flera olika kvaliteter. Anlita välrenommerad fackman för utförandet.
- * Ta hänsyn till att materialet vid uttorkning krymper och spricker.

EFFEKT: Redovisade resultat av åtgärdens effekt på energibalansen saknas. Subjektiva uttalanden om förbättrad komfort finns dock, men även objekt där åtgärden ej gett avsedd effekt eller där åtgärden förorsakat byggnadstekniska skador.

Att tänka på:

- * Begär referenser från entreprenören.

- * Genomför åtgärden endast i de fall då luftläckningen förorsakar hygieniska obehag. Energibesparingseffekten motiverar sällan det risktagande injekteringen innebär.

KÄLLOR:

- Energiförbrukningens vindberoende (G Åhlander, F Peterson)
- Räkna med luftläckningen (P-O Nylund)

VENTILATION

ÅTGÄRD: Vindfång vid entrédörrar.

TEKNISK

BESKRIVNING: När ytterdörren öppnas strömmar uteluft in i byggnaden. I flerbostadshus och lokaler där entrédörrar står i förbindelse med hela trapphuset kan luftutbytet bli betydande, men även i småhus kan det vara aktuellt att vidtaga någon åtgärd mot denna okontrollerade ventilation. Ett sätt är då att förse entrén med ett vindfång - företrädesvis genom en utbyggnad av den befintliga entrén.

Att tänka på:

- * Åtgärden bör i första hand övervägas i kombination med annan renovering eller ombyggnad.
- * Glasade partier kan ge passivt solutnyttjande.
- * I flerbostadshus kan vindfånget även innehålla andra funktioner såsom cykelställ, anslagstavla, soprum m m.
- * Anlita arkitektonisk expertis om utbyggnaden förändrar byggnadens utseende.

EFFEKT: Dokumenterad uppföljning av energispareffekt saknas. Utöver att åtgärden leder till minskad luftomsättning i byggnaden kan man ofta sänka inomhustemperaturen i trapphusen med bibehållen komfort.

Att tänka på:

- * Förse dörrar med automatisk stängningsanordning och välj produkter med god täthetsfunktion.
- * Utnyttja passiv solvärmeteknik där så är befogat.

KÄLLOR:

- Spara mera (Stadsbyggnadskontoret, Göteborg)

TRANSMISSION

ÅTGÄRD: Fönsterbyte

TEKNISK

BESKRIVNING:

En mängd skador på fönsterkarmar och bågar har upptäckts under senare år. Orsakerna är många - felaktigt montage, virkeskvalitet, ytbehandling m m. I samband med att fönster bytes övergår man från 2-glas till 3-glas. Eventuellt kan glas med selektiva skikt eller isolerglas med annan gas än luft väljas.

Att tänka på:

- * Överväg igensättning av vissa fönster, ofta är byggnader där skador upptäcks försedda med stora fönsterpartier. Beakta dock dagsljusbehovet.
- * Överväg att samtidigt renovera hela eller delar av fasaden, och därigenom få samordningsvinst och mindre störning för brukaren.
- * Överväg att samtidigt komplettera icke skadade fönster med en 3:e ruta.
- * Studera noga hur fönsterkarmen skall placeras i ytterväggen så att framtida skador undviks.
- * Var noga med tätning mellan karm och vägg.
- * Tänk på byggnadens arkitektoniska utformning vid fönstrets inplacering i fasaden.
- * Fönsterbytet kan leda till att luftomsättningen i byggnaden minskar. Eventuellt måste ventilationen förbättras.

EFFEKT:

Transmissionsförlusterna genom fönstret minskar, teoretiskt sett med ca $1,0 \text{ W/m}^2, ^\circ\text{C}$. K-värdet minskar från ca $3,0 \text{ W/m}^2, ^\circ\text{C}$ vid 2-glas till ca $2,0 \text{ W/m}^2, ^\circ\text{C}$ vid 3-glas. Samtidigt minskar solinstrålningen något. Projekt där effekt av fönsterbyten uppmätts saknas. Erfarenheter från projekt där fönsterkomplettering med ett tredje glas kan dock tillämpas.

När fönsterbytet är föranlett av skada bedömes åtgärden vara så lönsam att någon mera exakt lönsamhetskalkyl knappast behöver göras. Om endast energibesparingen skall motivera bytet fordras en noggrann kalkyl.

Att tänka på:

- * Uppvärmningssystemet måste injusteras efter fönsterbytet.
- * Välj fönster med funktionsgaranti om selektiva skikt eller gasfyllda isolerglas användes.
- * Rummets "vistelsezon" eller möblerbarhet ökar ofta genom åtgärden.
- * Utnyttja möjligheten att sänka inomhustemperaturen med oförändrad komfort.
- * Kontrollera att luftomsättningen är tillfredsställande efter bytet.

KÄLLOR:

- Högskoleprojekt I
- BFR:s fönsterpaket (tredje rutan)
- Ulvsundaprojektet (Höglund, Johnsson, Lagerström)
- Energisparkvarter i Malmö (Bertil Fredlund)
- Energisparkvarter i Göteborg (Anders Nilson)
- Energisparkvarter i Sundbyberg (Gunnar Franzén)
- Energisparkvarter i Uppsala (Sven-Erik Bjerking)
- Energisparkvarter i Umeå (Olov Sandberg)
- Bergsjöprojektet i Göteborg (Stadsbyggnadskontoret)

TRANSMISSION

ÅTGÄRD: Invändig tilläggsisolering av fönster.

TEKNISK

BESKRIVNING: Befintlig fönsterbåge tilläggsisoleras på insidan med ytterligare ett glas. Det finns flera sätt att fästa glaset med profiler av trä, plast eller metall.

Metoden kan tillämpas på både in- och utåtgående bågar. Spröjs är i de flesta fall inget hinder.

Nya metoder finns också där extraglasets monterar direkt på inre glaset och utrymmet emellan evakueras.

Att tänka på:

- * Den gamla bågen måste kunna bära lasten från den nya rutan. Om bärigheten verkar tveksam, måste beslag, fästskruv o s v ses över. Av denna anledning kan åtgärden vara omöjlig, utan stora extra kostnader, vid stora fönster i hus från 60- och 70-talen.
- * Kontrollera att fönsterkarmen ej är skadad.
- * Kontrollera att den valda konstruktionen kan anslutas tätt mot befintlig båge så att kondensproblem ej uppstår.
- * Passa på att samtidigt se över invändig målning av fönstersnickerier.
- * Begär funktionsgaranti vid nya, mindre utprovade lösningar.
- * Kontrollera att montering kan ske utan hinder t ex på grund av beslag, sneda bågar m m.

EFFEKTER:

Den extra rutan förbättrar k -värdet hos fönstret med ca $1,0 \text{ W/m}^2, ^\circ\text{C}$. Något mindre förbättring erhålls om spalten mellan extrarutan och fönstret blir mindre än 20 mm.

Utöver den minskade transmissionen p g a tilläggsisoleringen höjs ytemperaturen på fönstrets insida. Den senare effekten kan leda till så stor förbättring

av operativa temperaturen att inomhus-temperaturen kan sänkas. Hur mycket beror av övriga ytors yttemperatur och av fönstrens storlek. Maximalt kan lufttemperaturen sänkas med ca 1°C. Om ytterväggen har ett dåligt k-värde kan temperatursänkningen ej utföras utan att komforten försämras. En positiv bieffekt är att fönstrets ljudreduktion förbättras. Dessutom får man ibland en förbättrad täthet mellan karm och båge som följd av injusteringarna.

Åtgärden är normalt lönsam om kringkostnaderna är låga. Detta gäller under förutsättning att nuvarande energisparstöd gäller.

Att tänka på:

- * Den befintliga bågen bör justeras innan den extra rutan monteras. Detta kan leda till längre livslängd och bättre täthet.
- * Åtgärden måste alltid efterföljas av en injustering av värmesystemet för att spareffekten skall säkerställas.
- * Rummets "vistelsezon" eller möblerbarhet ökar ofta genom åtgärden.
- * Det är inte nödvändigt att åtgärda samtliga rutor i byggnaden.

KÄLLOR:

- Högskoleprojekt I
- BFR:s fönsterpaket (tredje rutan)
- Ulvsundaprojektet
- Energisparkvarter i Malmö (Bertil Fredlund)
- Energisparkvarter i Göteborg (Anders Nilson)
- Energisparkvarter i Sundbyberg (Gunnar Franzén)
- Energisparkvarter i Uppsala (Sven-Erik Bjerking)
- Energisparkvarter i Umeå (Olov Sandberg)
- Fönster (S-E Bjerking)

TRANSMISSION

ÅTGÄRD: Utvändig tilläggsisolering av fönster.

TEKNISK

BESKRIVNING: Fönstret ändras från 2-glas till 3-glas genom komplettering med en separat tredje ruta utvändigt eller genom att den utvändiga rutan ersättes med en utvändig förseglad 2-glasruta. Kompletterande profiler som minskar fönstrets utvändiga underhållsbehov ingår i de speciellt utvecklade system som finns på marknaden.

Att tänka på:

- * Yttertemperaturen på fönsterglasets insida höjs som en följd av åtgärden. Denna effekt kan eventuellt leda till en så stor förbättring av den operativa temperaturen att inomhustemperaturen kan sänkas. Hur mycket beror av övriga ytors temperatur och av fönstrets eller radiatorernas storlek. Maximalt torde en sänkning av 1°C bli möjlig utan att komforten försämras under förutsättning att ytterväggen är tät och väl isolerad.
- * Den befintliga bågen måste kunna bära lasten från den nya rutan.
- * Fönstrets utseende förändras i viss mån.
- * Samordna bytet med fasadunderhåll om detta behövs.
- * Fönsterbågen kan behöva riktas upp så att fönstrets täthet kan göras mera effektiv.

EFFEKT: En separat extra ruta förbättrar k-värdet hos fönstret med ca 1,0 W/m², °C enligt teoretiska beräkningar. Uppföljning av åtgärdens praktiska energispareffekt saknas. Erfarenheter från invändig fönsterkonvertering torde dock kunna tillämpas.

En noggrann lönsamhetskalkyl bör utföras innan åtgärden genomföres.

Att tänka på:

- * Fönstrets ljudreduktion förbättras.
- * Justering av bågen kan ge en bättre täthet.
- * Åtgärden måste följas av en injustering av uppvärmningssystemet om man vill nå full besparingseffekt.
- * Rummets "vistelsezon" eller möblerbarhet ökar ofta genom åtgärden.
- * Beakta det minskade underhållet i lönsamhetskalkylen.

KÄLLOR:

- Tilläggisolering av fönster (Wannfors, Andersson, Enberg)
- Fönster (S-E Bjerking)
- BFR:s fönsterpaket (tredje rutan)

TRANSMISSION

ÅTGÄRD: Minskning av fönsterarea.

TEKNISK

BESKRIVNING: I samband med genomgripande fasadrenovering som innefattar byte av fönster kan en viss del av fönsterarean ersättas med yttervägg. Åtgärden är främst aktuell i flerbostadshus från 50- och 60-talet som ofta har stora fönsterareor. Skyltfönster i affärslokaler eller kontorsbyggnader är andra aktuella.

Att tänka på:

- * Beakta dagsljusbehovet.
- * Konsultera arkitektonisk expertis för att byggnadens utseende efter åtgärd skall bli tillfredsställande.
- * Åtgärden är ett sätt att förbättra inomhusklimatet under sommaren i de fall man har problem med att det blir för varmt.

EFFEKT:

Redovisade besparingseffekter saknas. Under förutsättning att man även beaktar den värme som strålar in genom fönstret torde en teoretisk beräkning ge en tämligen säker uppskattning av effekten. Som ett genomsnittligt k-värde före åtgärd torde man kunna välja $3,0 \text{ W/m}^2, \text{ } ^\circ\text{C}$ för fönster åt norr, $2,0 \text{ W/m}^2, \text{ } ^\circ\text{C}$ för fönster åt öster och väster och $1,0 \text{ W/m}^2, \text{ } ^\circ\text{C}$ för söderorienterade. Åtgärden bör föregås av en noggrann ekonomisk analys.

Att tänka på:

- * Besparingseffekten blir störst åt norr och minst åt söder.
- * Åtgärden innebär normalt att andelen ofrivillig ventilation minskar i byggnaden.

KÄLLOR:

- Bergsjöprojektet, Göteborg (Stadsbyggnadskontoret)

TRANSMISSION

ÅTGÄRD: Utvändig tilläggsisolering på vindsbjälklag.

TEKNISK

BESKRIVNING: Mineralullsisolering i form av skivor och mattor eller lösfallnadsisolering appliceras på horisontella ytor som är lätt åtkomliga. Lösullsisoleringar användes företrädesvis vid större objekt eller i utrymmen där isolering med skivor och mattor är svår att utföra.

Att tänka på:

- * Kontrollera att vindsbjälklagets ventilationsöppningar ej sättes igen. Komplettera den vid behov.
- * Täta eventuella dörrar och luckor till vindsutrymmet samt andra otätheter.
- * Ordna landgångar vid gångstråk.
- * Anlita auktoriserad entreprenör vid lösfallnadsisolering.

EFFEKTER: Åtgärden är idag genomförd i en stor del av beståndet. Uppföljningar visar på god överensstämmelse mellan beräknad effekt och praktiskt utfall. Förutom de minskade transmissionsförlusterna kan åtgärden även ge möjligheter till temperatursänkning med bibehållen komfort i utrymmen som gränsar emot vindsbjälklaget. Maximalt kan lufttemperaturen som en följd av åtgärden sänkas ca $0,5^{\circ}\text{C}$.

Den isolertjocklek man väljer dimensioneras främst med hänsyn till det befintliga bjälklagets standard. Normala tjocklekar för skivor och mattor är 15-20 cm och för lösfallnadsisoleringar 20-30 cm. Detta motsvarar ett extra värmemotstånd om $3-5 \text{ m}^2, ^{\circ}\text{C}/\text{W}$.

Åtgärden är normalt lönsam om det befintliga bjälklaget är lätt åtkomligt och k-värdet före tilläggsisolering är större än $0,30 \text{ W/m}^2 ^{\circ}\text{C}$. För övriga fall bör en mera noggrann kalkyl få avgöra lönsamheten.

Att tänka på:

- * Åtgärden kan utföras som enda byggnadstekniska åtgärd men måste alltid följas av en injustering av värmesystemet.
- * Alla bjälklagets ytor behöver inte tilläggsisoleras med samma tjocklek - det lönar sig bättre att lägga på mycket där det är lätt att utföra arbetet.
- * Arbetsutförandet är viktigt - följ fabrikantens anvisningar.

KÄLLOR:

- Ulvsundaprojektet (Höglund, Johnsson, Lagerström)
- Att spara energi i flerbostadshus (Bengt Johnsson)
- Högskoleprojekt I
- Energisparkvarter i Göteborg (Anders Nilson)
- Energisparkvarter i Malmö (Bertil Fredlund)
- Energisparkvarter i Sundbyberg (Gunnar Franzén)

TRANSMISSION

ÅTGÄRD: Invändig tilläggsisolering av vindsbjälklag.

TEKNISK

BESKRIVNING: Invändig tilläggsisolering kan utföras med mineralullsskivor mellan reglar, ångspärr och invändigt ytskikt. Speciella element med cellplastisolering och ytskikt kan även användas. Åtgärden utföres i samband med invändig renovering.

Att tänka på:

- * Åtgärden minskar takhöjden
- * Montera ångspärren tätt mot anslutande byggnadsdelar - lufttätningen är den viktigaste funktionen.
- * Åtgärden påverkar den inre miljön.
- * Inredning och installationer kan försvåra genomförandet.
- * Täta eventuella luckor eller dörrar mot icke uppvärmda utrymmen.

EFFEKT:

Projekt inriktade på att följa upp just denna åtgärd saknas. Besparingen kan dock förväntas överensstämma med en beräkning baserad på materialdata ur SBN.

Utfallet är starkt beroende av isolerstandarderna för det befintliga bjälklaget. En noggrann ekonomisk kalkyl bör avgöra om åtgärden skall genomföras.

Att tänka på:

- * Uppvärmningssystemet bör injusteras för att förväntad besparing skall nås.
- * Åtgärden kan eventuellt skapa förutsättningar för en sänkt inomhustemperatur med bibehållen komfort i utrymmen som gränsar mot vindsbjälklaget.

TRANSMISSION

ÅTGÄRD: Tilläggsisolering av uppvärmd vind.

TEKNISK

BESKRIVNING: I byggnader med inredda vindar finns ofta utrymmen mellan väggar och tak och själva klimatskärmen. Här kan tilläggsisolering, oftast i form av mineralullsskivor och mattor eller lösfallnadsisolering, appliceras med låga följdskostnader.

Att tänka på:

- * Tätheten vid anslutning mellan väggar och bjälklag är ofta dålig - åtgärda den samtidigt som tilläggsisoleringen sker.
- * Det är inte nödvändigt att tilläggsisolera alla ytor med samma isolertjocklek.
- * Anlita auktoriserad entreprenör vid sprutning av lösfallnadsisolering.
- * Täta eventuella luckor eller dörrar till icke uppvärmda utrymmen.
- * Ventilationen i icke uppvärmda utrymmen måste bibehållas och eventuellt kompletteras.

EFFEKT:

Besparingseffekt av enbart denna åtgärd finns ej redovisad. Resultatet kan dock förväntas överensstämma med andra tilläggsisoleringsåtgärder d v s att en beräkning med materialdata ur SBN ger en korrekt besparingsnivå.

Besparingseffekten beror i första hand på värmeisolering och täthet hos den befintliga vindsvåningens byggnadskonstruktioner.

Åtgärden bör föregås av en noggrann ekonomisk kalkyl.

Att tänka på:

- * Åtgärden kan eventuellt skapa förutsättningar för att sänka inomhustemperaturen i vindsvåningen. Både förbättrad täthet och höjd temperatur på innerytorna bidrar till detta.

- * Uppvärmningssystemet bör injusteras för att säkerställa att besparingen uppnås.

KÄLLOR:

- Högskoleprojekt I

TRANSMISSION

ÅTGÄRD: Utvändig tilläggsisolering av plana tak.

TEKNISK

BESKRIVNING: Plana, papptäckta tak har visat sig ha en hög skadefrekvens. Speciella metoder har studerats för att i samband med skadeavhjälpande åtgärder även förbättra takets värmeisolerande förmåga. Ett sätt är då att bygga ett nytt vattentak med fall ovanpå den tidigare konstruktionen. I samband med detta är det naturligtvis enkelt att tilläggsisolera med mineralull i form av skivor eller mattor eller med lösfillnadsisolering.

Ett mindre konventionellt sätt har framför allt utvecklats i Danmark men även studerats i Sverige. Den befintliga luftspalten mellan isolering och trätak sätts igen och ovanpå trätaket monteras sedan en hård mineralullsskiva och papp.

Att tänka på:

- * Det ursprungliga pappskiktet är diffusionstätt. Kontrollera att det ej kan förorsaka skador.
- * Tänk på att ordna luftning av ett nytt trätak.
- * Anlita alltid fackman för projektering

EFFEKT:

Omfattande studier i Danmark och begränsade sådana i Sverige har visat att varianten med igensatt luftspalt kan utföras utan risk för fuktskador och med en energispareffekt som överensstämmer med en teoretisk beräkning.

Åtgärden bör föregås av en noggrann lönsamhetsberäkning.

Att tänka på:

- * Uppvärmningssystemet måste injusteras för att åtgärden skall ge full besparingseffekt.

KÄLLOR:

- Tilläggsisolering av tak (Bengt-Åke Petersson)

- Fukt- och temperaturförhållanden i tilläggsisolerade parallelltak (Ingemar Samuelsson)
- Merisolering af flade tage (Korsgaard m fl, DTH)

TRANSMISSION

ÅTGÄRD: Utvändig tilläggsisolering av yttervägg.

TEKNISK

BESKRIVNING: Ett stort antal system för utvändig tilläggsisolering av ytterväggar har utvecklats. Systemen medger att olika fasadmaterial såsom trä, plåt, puts eller tegel kan appliceras utanpå värmeisoleringsmaterial av olika kvaliteter av mineralull eller cellplast. Även träullsplattor förekommer ofta i kombination med något av tidigare nämnda isoleringsmaterial. Ett flertal varianter av bärande system för fasadmaterialen har även utvecklats.

Karaktäristiskt för systemen är att de ofta är typgodkända av planverket med avseende på, förutom den värmeisolerande förmågan, även hållfasthetsegenskaper och motståndsförmåga mot brand.

Debatten om tilläggsisoleringens effekter på byggnadens arkitektoniska utformning har drivit fram ett stort antal varianter där man vinnlagt sig just om att finna tilltalande lösningar sett ur denna aspekt.

Att tänka på:

- * Överväg alltid att tilläggsisolera en fasad som är i behov av renovering. Lönsamhetskalkylen behöver då endast belastas med extra kostnader för värmeisoleringens montage och därav betingade extrakostnader vid dörrar, fönster, takfot, plåtarbeten m m.
- * Utnyttja möjligheten att skapa en tilltalande exteriör - anlita arkitektonisk expertis.
- * Kontrollera om byggnaden är kulturhistoriskt intressant, kanske t o m skyddad mot ingrepp av typ utvändig tilläggsisolering - kommunens energirådgivare eller byggnadsnämnd kan ge besked.
- * Tilläggsisoleringen förskjuter byggnadens fasadliv. Kontrollera om detta i tät stadsbebyggelse kan medföra hinder för åtgärden.

- * Kontrollera om byggnaden samtidigt behöver tätas mot ofrivillig ventilation. Bör i så fall samordnas.
- * Alla byggnadens fasader behöver inte tilläggsisoleras med samma isolertjocklek. I tät bebyggelse är det vanligt att gårdsfasader åtgärdas medan gatufasader, ofta med någon form av utsmyckning, lämnas. Gavlar på flerbostadshus och lokaler är ofta mera lämpade för tilläggsisolering än långfasader. En enkel tumregel kan vara: Välj en stor isolertjocklek på ytor där följdåtgärderna är små och en mindre i övrigt.
- * Kontrollera att en önskad lösning uppfyller förekommande brandkrav. Gäller främst bostäder över två våningar eller vissa typer av lokaler.
- * Samordna tilläggsisolering med fönsterbyte eller underhåll av fönster om detta är aktuellt.
- * Vid utvändig tilläggsisolering med cellplast är det viktigt att kontrollera att den befintliga väggen ej kommer att utsättas för utfällning av inifrån kommande fukt.
- * Var noga med detaljlösningar vid anslutning till dörrar, fönster och andra byggnadskonstruktioner - följ materialfabrikantens anvisningar.

EFFEKT:

Ett stort antal forskningsprojekt redovisar besparingseffekten av tilläggsisoleringsåtgärder på fasad. Sammanfattningsvis kan konstateras att beräknad spareffekt visar genomsnittligt god överensstämmelse med uppmätt utfall. Spridningen i resultaten är dock stor. Orsaken till detta har diskuterats ingående i Högskoleprojektet I. Det påvisas där att utfallet av åtgärden är kopplat till en mängd faktorer vid sidan av det rent byggnadstekniska arbetsutförandet. Dessa faktorer redovisas nedan under "Att tänka på".

Tilläggsisoleringens lönsamhet bör beräknas. Härvid är det väsentligt att beakta åtgärdens eventuella effekt

på möjligheten att sänka inomhustemperaturen med oförändrad komfort. Ur lönsamhets-synpunkt är det viktigt att samordna tilläggsisoleringen med renovering av byggnaden då kalkylen endast belastas av de tillkommande kostnader som just den förbättrade isoleringen föranleder.

Ett generellt resultat från utförda uppföljningar är att en förbättrad värmeisolering och täthet hos ytterväggen skapar goda förutsättningar för att genomföra andra besparingsåtgärder, t ex sänkning av inomhustemperaturen, injustering av ventilationssystemet eller tidsstyrning av inomhustemperaturen utan att brukaren klagat över försämrad komfort.

Att tänka på:

- * Det är väsentligt att arbetet utföres med omsorg. Springor och spalter i isoleringsmaterialet nedsätter isolerförmågan. Ofullkomligheter i tätskikt likaså. Följ tillverkarens arbetsanvisning.
- * Justera uppvärmningssystemet efter tilläggsisoleringen. Om så inte sker kommer en stor del av spareffekten att gå förlorad genom att övertemperaturer uppkommer inomhus.
- * Utnyttja då möjligheten att sänka inomhustemperaturen. Detta kan ske med bibehållen inomhuskomfort genom att ytterväggens inneryta blir varmare än tidigare. Hur mycket inomhustemperaturen kan sänkas beror av väggens standard före åtgärd samt temperaturnivån före åtgärd. Generellt torde man kunna räkna med en sänkning på 0,5-1,0°C. Om väggen tätats väsentligt och om fönster samtidigt kompletterats med ett tredje glas kan inomhustemperaturen i vissa fall sänkas ytterligare utan att komforten försämras.
- * En sänkt inomhustemperatur och en förbättrad täthet minskar även byggnadens ventilationsförluster.
- * Tilläggsisoleringen kan påverka behovet av uppvärmningsenergi i

byggnaden så mycket att uppvärmningsanordningens verkningsgrad försämras genom en överdimensionerad uppvärmningsanordning. Överväg därför att anpassa denna till aktuellt effektbehov. Överväg ett eventuellt byte av uppvärmningssystem vid genomgripande förändringar av byggnadens energibalans.

- * Tänk på att besparingseffekten kanske inte visar sig förrän efter något eller några år p g a av uttorkning av fukt ur den befintliga konstruktionen
- * Välj sådana byggnadsmaterial som kan förväntas ha en brukstid som överensstämmer med byggnadens återstående livslängd.

KÄLLOR:

- Högskoleprojekt I
- Ulvsundaprojektet (Höglund, Johnsson, Lagerström)
- Utvändig tilläggsisolering av småhusfasader (Arne Persson)
- BFR:s projektpaket: Tilläggsisolering med putsat fasadskikt
- Villa 80 (Jan-Åke Jonson)
- Effekter av energibesparande åtgärder (Mannerståle m fl)
- Energibesparing i befintliga flerfamiljs-
hus genom byggnadstekniska åtgärder
(Agneta Olsson-Jonsson)
- Köldbryggor i tilläggsisolerade
ytterväggar (Ann-Charlotte Andersson)
- Energisparkvarter i Göteborg (Anders
Nilson)
- Energisparkvarter i Sundbyberg
(Gunnar Franzén)

TRANSMISSION

ÅTGÄRD: Invändig tilläggsisolering av yttervägg.

TEKNISK

BESKRIVNING: Åtgärden kan utföras med mineralull monterad mellan reglar eller med hjälp av speciellt utvecklade system bestående av isoleringsmaterial, ytskikt samt monteringsdetaljer.

Åtgärden kombineras lämpligen med invändigt underhåll och kan utföras i alla typer av byggnader.

Att tänka på:

- * Rummets invändiga miljö förändras. Detta kan normalt sett utnyttjas positivt men kan naturligtvis i vissa fall även göra åtgärden olämplig t ex i utrymmen med speciella tak- eller golvlister eller med annan utsmyckning.
- * Installationer kan utgöra ett hinder för åtgärden - ofta kan man lämna de delar av ytterväggen där radiatorerna sitter utan att hygieniska olägenheter skapas.
- * Välj att åtgärda lätt åtkomliga ytor, ofta gavelväggar utan fönster. Det är ej nödvändigt att rummets alla väggar tilläggsisoleras. Välj tjocklek med hänsyn till tillgängligt utrymme.
- * Utnyttja möjligheten att samtidigt täta ytterväggen. Främst är detta aktuellt vid anslutningar mellan olika byggnadsdelar.
- * Vid platsbyggda lösningar användes normalt en separat ångspärr av plastfolie bakom ytskiktet. Kontrollera att denna kan monteras utan risk för fuktproblem i väggen.
- * Ta hänsyn till inåtgående fönster.
- * Den invändiga tilläggsisoleringen leder till att fasadmaterialet kommer att få en något lägre temperatur under vintern än tidigare.

EFFEKT:

Uppföljningar har visat att åtgärdens effekt överensstämmer väl med en teoretisk beräkning. Dock bör här uppmärksammas att en invändig tilläggsisolering ger något sämre besparingseffekt än en utvändig tilläggsisolering. Orsaken är att den invändiga ej förbättrar köldbryggor vid bjälklagskanter och mellanväggsanslutningen mot ytterväggen.

Åtgärden bör föregås av en noggrann lönsamhetskalkyl. Härvid gäller det att ta hänsyn till en mängd positiva och negativa bieffekter som åtgärden för med sig. Dessa kan variera stort från fall till fall.

Att tänka på:

- * Hyran baseras ofta på invändig golvyta. Denna minskar p g a åtgärden. Samtidigt ökar dock ofta rummets vistelsezon eller utnyttjningsbarhet.
- * Genom höjd temperatur på innerväggens yta kan inomhustemperaturen ofta sänkas med upp till 1°C med bibehållen komfort. Erfarenheten visar att hyresgäster inte accepterar 20°C i rumstemperatur om ytterväggen har för låg standard.
- * En komplettering med ett tredje glas i fönsterkonstruktionen kan med fördel kombineras med tilläggsisoleringen av ytterväggen.
- * Uppvärmningssystemet måste injusteras för att åtgärden skall få full besparingseffekt. Eventuellt även ventilationssystemet om väggens täthet avsevärt förändrats.

KÄLLOR:

- Invändig tilläggsisolering (Ann-Charlotte Andersson)
- Högskoleprojekt I

(Se även åtgärden utvändig tilläggsisolering av yttervägg.)

TRANSMISSION

ÅTGÄRD: Injektering av skum för tilläggsisolering av yttervägg.

**TEKNISK
BESKRIVNING:**

Injektering med karbamidskum kan utföras i ytterväggar med luftfyllda utrymmen. Åtgärden kan dels tillgripas för att fylla avsiktligt inbyggda luftspalter dels för att komplettera isolering som med tiden sjunkit ihop och ej längre fyller avsett utrymme. Åtgärden tillgripes endast i de fall då utvändigt eller invändigt tilläggsisolering bedömts vara mindre lämplig.

Att tänka på:

- * Anlita fackman för att bedöma om åtgärden är lämplig.
- * Skummet innehåller vatten som måste kunna torka ut utan men för konstruktionen.
- * Utnyttja möjligheten att samtidigt låta skummet täta ytterväggen.
- * Kontrollera att inte för konstruktionens fortbestånd viktiga luftkanaler sätts igen.
- * Karbamidcellplast avger vid härdningen formaldehyd som kan vara allergiframkallande.

EFFEKT: Uppföljningar av injekteringens energispar-effekt saknas. Det är svårt att teoretiskt beräkna besparingen eftersom skummet injekteras i dolda utrymmen. Dessutom krymper skummet vid härdningen på ett okontrollerat sätt. Planverket har i typgodkännande bedömt värmeledningsförmågan hos skummet till 0,07 W/m, °C.

En lönsamhetskalkyl bör utföras för att avgöra om åtgärden skall tillgripas.

Att tänka på:

- * Åtgärden kan förbättra ytterväggens täthet.
- * Injustering av värmesystem och ventilation bör ske efter injekteringen för att full effekt skall nås.

- * Anlita välrenommerad fackman som arbetar enligt utfärdat typgodkännande.

TRANSMISSION

ÅTGÄRD: Utvändig tilläggsisolering av källaryttervägg ovan mark.

TEKNISK

BESKRIVNING: Speciella metoder har utvecklats för detta ändamål. Olika isoleringsmaterial (mineralull, cellplast, kork) kan användas i kombination med olika ytskikt (puts, skivmaterial, plåt). Element bestående av isolering och ytskikt samt monteringsdetaljer finns att tillgå.

Åtgärden är främst aktuell i kombination med utvändig fasadisolering eller vid utvändig tilläggsisolering av källarvägg under mark.

Att tänka på:

- * Använd åtgärden på sådant sätt att byggnadens arkitektur påverkas positivt. Detta kan vara ett skäl att ibland tilläggsisolera även mot icke uppvärmda utrymmen.
- * Tänk på att diffusionstäta isoleringsmaterial försvårar uttorkning av sockelns bärande material.
- * Utnyttja eventuellt åtgärden till att underlätta bärningen av fasadmaterialet vid utvändig tilläggsisolering av ytterväggen.

EFFEKT:

Åtgärden har tillämpats i ett stort antal objekt. Uppföljningar av energispareffekten saknas dock. Det finns dock anledning förmoda att denna åtgärd ger en beräkningsbar effekt med samma säkerhet som andra tilläggsisoleringar.

Att tänka på:

- * Åtgärden leder normalt till en klar förbättring av komforten eftersom sockeln ofta har källarytterväggens lägsta isolertekniska standard.
- * Utnyttja möjligheten att sänka inomhustemperaturen när åtgärden är genomförd - injustera värmesystemet.

KÄLLOR:

- Energisparkvarter i Göteborg (Anders Nilson)

TRANSMISSION

ÅTGÄRD: Utvändig tilläggsisolering av källarvägg under mark.

TEKNISK

BESKRIVNING: I samband med uppgrävning längs utsidan av källarytterväggar, vanligtvis föranledd av fuktskador, är det lämpligt att komplettera väggens värmemotstånd genom utvändig tilläggsisolering. För ändamålet användes markskivor av mineralull eller speciella cellplastkvaliteter. Isoleringen monteras med klister eller enkel mekanisk fastsättning, återfyllnadsmaterialet håller ju isoleringer på plats så småningom.

Att tänka på:

- * Utnyttja möjligheten att isolera källarytterväggen utvändigt även ovan mark där utrymme för detta finns. (Se separat åtgärdsbeskrivning).
- * Olika isoleringsmaterial medför olika krav på återfyllnadsmaterial och på fuktskyddet av den bärande konstruktionen. Välj tyggodkända lösningar och följ fabrikantens anvisningar.
- * Efter återfyllnad är det viktigt att marken lutar från byggnaden även efter det att eftersättningar skett.
- * Välj ett tekniskt utförande som leder till att källarytterväggens bärande material kan torka ut utåt.

EFFEKT:

Utvändig isolering av källarväggar har studerats i ett stort antal fält och laboratorieförsök. Resultaten visar att energispareffekten går att beräkna med god säkerhet. Materialdata bör då hämtas ur respektive materialfabrikants tyggodkännande.

En tilläggsisolering som utföres i samband med att fuktskador åtgärdas är alltid lönsam på väggar som består av enbart bärande stenmaterial och som vetter mot uppvärmda utrymmen.

Om åtgärden utföres med det enda motivet att effektivisera energianvändningen bör en lönsamhetskalkyl genomföras.

Att tänka på:

* När ytterväggens bärande material blir torrare och innerytan varmare kan lufttemperaturen normalt sänkas med bibehållen eller t o m förbättrad komfort.

* Uppvärmningssystemet måste injusteras efter åtgärdens genomförande.

KÄLLOR:

- Utvändigt tilläggsisolerade källarytterväggar (Håkan Lindquist, Bertil Mattson)

TRANSMISSION

ÅTGÄRD: Invändig tilläggsisolering av källaryttervägg.

TEKNISK

BESKRIVNING: Åtgärden utföres normalt genom att mineralullsisolering monteras mellan träreglar. Som invändig beklädnad användes träpanel eller olika skivmaterial.

Speciella system bestående av ytskikt och isolering samt monteringsdetaljer finns även tillgängliga på marknaden.

Att tänka på:

- * Kontrollera noga att källarväggen ej har invändiga fuktskador. Sådana kan förvärras av åtgärden och leda till att mögel bildas inuti konstruktionen.
- * Montera träreglar utan direktkontakt med det bärande stenmaterialet.
- * Använd inte ångspärr.
- * Åtgärden kan försvåras av installationer och inredning.
- * Åtgärden kan bidra till att skapa ett helt nytt boendetrymme i byggnaden.
- * I icke uppvärmda utrymmen kan åtgärden vara ett alternativ till att åtgärda bottenbjälklaget.

EFFEKT:

Åtgärdens energispareffekt har ej följts upp separat. Rätt utförd kommer dock besparingen att bli beräkningsbar, liksom andra tilläggsisoleringar.

Åtgärdens lönsamhet bör bedömas från fall till fall. Utförd i kombination med en invändig renovering är lönsamheten oftast god medan enbart energisparskäl normalt sett ej motiverar åtgärden.

Att tänka på:

- * Rummets yta minskar något samtidigt som vistelsezonen ökar.

- * Utnyttja möjligheten att sänka inomhustemperaturen utan att komforten behöver försämras.
- * Uppvärmningssystemet behöver injusteras för att åtgärden skall få full effekt.

TRANSMISSION

ÅTGÄRD: Tilläggsisolering av golv mot mark på ovansidan.

TEKNISK

BESKRIVNING: Tilläggsisolering av bottenbjälklag på ovansidan kan utföras genom att ett nytt flytande golv läggs in ovanpå det gamla. Även uppregling och isolering med lätt mineralull kan förekomma. Åtgärden är främst aktuell i samband med skadeavhjälpanande insatser men kan även utföras av energi- och komfortskäl t ex i samband med inredning av källarutrymmen för boendeändamål.

Att tänka på:

- * Inredning, dörrar och takhöjd är faktorer som kan begränsa möjligheten att utföra åtgärden.
- * Kontrollera att fuktproblematiken är åtgärdad innan tilläggsisolering utföres och utnyttja möjligheten att förbättra säkerheten mot framtida fuktskador.
- * Vid kryprumsgrundläggning kommer temperaturen i kryputrymmet att sänkas. Kontrollera ventilationen.

EFFEKT:

Uppföljning av energispareffekt har ej utförts. Det finns dock anledning förmoda att en teoretiskt beräknad besparing skall kunna uppnås. I det enskilda fallet kan en betydande besparing uppnås.

Att tänka på:

- * Vid bjälklag direkt mot jord måste markens värmemotstånd beaktas. Energispareffekt av betydelse uppnås här främst längs plattans rand.
- * Kontrollera att fuktskador ej uppkommer i kryputrymme genom inspektion under de första åren.

KÄLLOR:

- Riksbyggen (Bengt Axén)

TRANSMISSION

ÅTGÄRD: Tilläggsisolering av bottenbjälklag på undersidan.

TEKNISK

BESKRIVNING: Bottenbjälklag tilläggsisoleras på undersidan, vanligen genom uppregling, isolering med mineralull och gipsskivor. Den genomförs dels för att göra utrymmen över varma pannrum behagligare, dels för att göra golv över källare varmare. Krypgrunder åtgärdas för att spara energi. Här kan eventuellt isoleringen placeras på marken samt på krypgrundens insida.

Att tänka på:

- * Beakta att kryprumms temperatur blir lägre genom åtgärden och kontrollera att ventilationen blir tillräcklig.
- * Överväg att placera värmeisoleringen på källarväggen i de fall avsikten förutom energisparande även är att förbättra komforten.

EFFEKT:

Utvärdering av energispareffekten saknas. Det finns dock anledning förmoda att besparingen i praktiken överensstämmer med en teoretisk beräkning.

Att tänka på:

- * Kontrollera att fuktskador ej uppstår i kryputrymmet genom inspektioner under de första åren.

TAPPVARMVATTEN

ÅTGÄRD: Temperatursänkning av tappvarmvatten.

TEKNISK

BESKRIVNING: Genom inmontering av termostat där sådan saknas för styrning av tappvarmvatten-temperaturen eller genom injustering av befintlig termostat kan tappvarmvatten-temperaturen vid varmvattenberedaren/-växlaren justeras till ca +50°C.

Att tänka på:

- * Välj termostat med garanterad tillverkningskontroll.
- * Kontrollera att även de längst bort belägna tappställena får tillräcklig temperatur, min +45°C.
- * Åtgärden kan med fördel kombineras med flödesbegränsande åtgärder.

EFFEKT:

Redovisade spareffekter tyder på en reduktion med ca 50 kWh/lgh, år, °C temperatursänkning. Åtgärden innebär en säker besparingseffekt som självfallet varierar kraftigt från fall till fall. I flera projekt rapporteras mer än 10 %-ig minskning av energitillförsel för värmning av vattnet. Genomsnittligt torde man därför kunna räkna med 300-500 kWh/lägenhet och år i besparing.

Åtgärden är i de allra flesta fall mycket lönsam.

Att tänka på:

- * Genom temperatursänkningen ökar ofta den totala vattenförbrukningen något.
- * Genom informationsinsatser i större bostadsområden kan effekten av åtgärden förbättras.
- * Det är viktigt att kontrollera termostaternas funktion - livslängden är begränsad, ofta mindre än 10 år.

KÄLLOR:

- Energisnålt varmvatten i bostadshus (Lennart Berndtsson, Lennart Granstrand, Sören Lindgren)

- Norrköpingsprojektet (Sture Holmberg)
- Värmemättningsutredningen
- HSB (Skövde m fl)

TAPPVARMVATTEN

ÅTGÄRD: Flödesbegränsning av tappvarmvatten.

TEKNISK

BESKRIVNING: Olika tekniker har utvecklats för att begränsa tappvarmvattenflödet vid tappstället. Engreppsblandare, luftinblandning med "perlator", flödesbegränsare i varmvattenledningen inkl avstängningsventil och termostatiskt styrd blandare är de vanligaste metoderna. Blandarbyte sker företrädesvis i samband med renoveringsinsatser.

Att tänka på:

- * Det är inte någon större idé att byta blandare vid badkaret. Flödesbegränsare kan insättas i duschslang.
- * Åtgärden kan med fördel kombineras med temperatursänkning av varmvattnet.

EFFEKT:

Redovisade spareffekter varierar kraftigt från fall till fall. Det är ofta svårt att särskilja besparing genom flödesbegränsning från en temperatursänkingsåtgärd. Uppskattningsvis torde man kunna räkna med mellan 5 och 15 % besparing av energibehovet för varmvattenberedning. Brukarvanorna spelar stor roll. I sammanhanget förtjänar uppmärksammas att det totala energibehovet för tappvarmvattenberedning är genomsnittligt lägre än vad man tidigare trott. Senare års forskning redovisar nivåer om ca 2500 kWh/år i lägenheter i flerbostadshus och ca 3500 kWh/år i småhus. För lokaler beror såväl energibehov som besparingseffekt på lokalens användning.

En noterbar effekt av flödesbegränsningen är att man kapar förbrukningstopparna och får en jämnare förbrukning över året.

Att tänka på:

- * Effekten kan begränsas av befintlig blandare.
- * Man utnyttjar ofta ej normflödena, vilket bör beaktas vid bedömning av besparingseffekten.

* Brukarbeteendet har stor inverkan på besparingseffekten.

KÄLLOR:

- Energisparkvarter i Göteborg (Anders Nilson)
- Norrköpingsprojektet (Sture Holmberg)
- Bergsjöprojektet i Göteborg (Stadsbyggnadskontoret)
- Energi- och vattenbesparing i flerbostadshus - åtgärder i befintliga VA-installationer (Lennart Berndtsson)
- Energisnålt varmvatten i bostadshus (Berndtsson, Granstrand, Lindgren)
- Värmemättningsutredningen (bilagedel)
- Boendevanornas inverkan på energiförbrukningen i småhus (Erik Lundström)

TAPPVARMVATTEN

ÅTGÄRD: Tidsstyrning av varmvattencirkulation.

TEKNISK

BESKRIVNING: Med hjälp av tidur stänger man av pumpen för varmvattencirkulation (VVC) under tider då behovet är lågt. Åtgärden är aktuell framför allt i kontorslokaler under nätter och helger. I flerbostadshus är åtgärden tveksam bl a med hänsyn till hyresgäster med skiftarbete.

Att tänka på:

- * Åtgärden leder till en klart försämrad standard för de personer som har behov av varmvatten när cirkulationen är avstängd.
- * Sverige tillämpar numera sommar- och vintertid.

EFFEKT: Uppföljning av besparingseffekter av denna åtgärd saknas. Åtgärden bedöms lönsam så länge den kan genomföras med acceptans från hyresgäster eller andra brukare.

Att tänka på:

- * Besparingseffekten av avstängd cirkulationspump nattetid reduceras av att man vid tappning under samma tid måste tappa lång tid innan varmvatten med rätt temperatur når tapstället.
- * Om VVC-ledningarna är dragna i utrymmen med låg temperatur och är dåligt isolerade kan energiförlusterna p g a VVC vara stora.

KÄLLOR: - Energisnålt varmvatten i bostadshus (Berndtsson, Granstrand, Lindgren)

- Energisparkvarter i Sundbyberg (Gunnar Franzén)

ÖVRIGT

ÅTGÄRD: Minskad fastighets- och hushållsförbrukning av el.

TEKNISK

BESKRIVNING: Energisnåla hushållsapparater, belysningsarmaturer o d har utvecklats under senare år. Ett byte till sådana kan avsevärt påverka förbrukningen av elenergi. Samtidigt kan vattenförbrukningen minskas något genom att disk- och tvättmaskiner göres mera vattensnåla.

Att tänka på:

- * Överväg om diskmaskin skall anslutas till varmt eller kallt vatten. Beror av hur varmvattenproduktion sker.
- * Anpassa belysningsstandarden till dagens behov vid utbyte av armaturer.

EFFEKT: Åtgärden leder till energibesparing. Det är dock inte så att hela besparingen kan hämtas hem - en stor andel av minskningen under uppvärmningssäsongen måste ersättas med energi från uppvärmningssystemet.

Lönsamheten för åtgärden måste bedömas från fall till fall. Självfallet blir den bättre om utbytet sker när den befintliga utrustningen ändå är i behov av byte.

Att tänka på:

- * Hela energibesparingen kommer ej att leda till minskad totalt köpt energi. Omkring 80 % av besparingen under uppvärmningsperioden måste ersättas med uppvärmningsenergi.
- * Åtgärden blir effektivare ju kortare uppvärmningsperioden är. Den är alltså mera lönsam i södra än i norra Sverige. Också mera lönsam i energieffektiva byggnader än i sådana med hög total förbrukning.

ÖVRIGT

ÅTGÄRD: Drift- och skötselinstruktioner.

TEKNISK

BESKRIVNING: Drift- och skötselanvisningar för en byggnad bör innehålla uppgifter om vilka åtgärder som erfordras för att effektiv energianvändning skall kunna upprätthållas under byggnadens livslängd. Frekvensen för respektive åtgärd anges. Åtgärden bör vara självskriven för alla typer av byggnader.

Att tänka på:

- * Anpassa anvisningarna till den som skall använda dem.
- * Instruktionerna bör inte begränsas till att endast omfatta installationer - även byggnadskonstruktioner kan behöva underhåll eller åtminstone kontroll flera gånger under byggnadens brukstid.
- * Sverige tillämpar numera sommar- och vintertid.
- * Samordna instruktioner avseende effektiv energianvändning med andra skötselanvisningar.

EFFEKT:

Det är närmast en definitionsfråga om drift- och skötselinstruktioner skall anses spara energi. Helt klart är dock att de är nödvändiga för att upprätthålla en effektiv energianvändning över en längre tid. De skall följas!

Att tänka på:

- * Instruktionerna skall vara inriktade mot att i första hand förebygga att energieffektiviteten försämras och alltså inte på att beskriva åtgärder i samband med haverier o d.
- * Speciella anvisningar bör upprättas för alla kategorier av människor som vistas i en byggnad t ex både för hyresgäster, fastighetsskötare och förvaltare av flerbostadshus.

KÄLLOR:

- Utformning av drift- och skötselinstruktioner (Grundsell, Nilsson)

- Drift och skötselinstruktioner för småhus (Grundsell, Schoenström)
- Datoriserade styr-, regler-, och övervakningssystem (Buresten m fl)
- Brukarnas energivanor (Edén, Persson)
- Boendevanornas inverkan på energiförbrukningen i småhus (Erik Lundström)

5.4 Bieffekter

5.41 Andra effekter än energieffektivitet

* Ljudisolering.

Tilläggsisolering av fönster och tätning kan minska störningar av buller från trafiken eller andra störningskällor.

5.42 Skaderisker

* Röta eller mögel.

För att skydda träkonstruktioner mot röta har i alla tider använts ventilerade spalter eller utrymmen i konstruktionerna. Man måste bestämt varna för att sätta igen dessa luftningsmöjligheter för att nå ökad täthet eller i försök att dolt utföra tilläggsisoleringar med injektering av karbamidskum.

Vid tilläggsisolering av vindsbjälklag sänkes lufttemperaturen ovan bjälklaget med ökad risk för att fukt kondenserar. Otätheter i bjälklaget bör åtgärdas i samband med tilläggsisoleringen och ventilation av utrymmet säkerställs.

* Sönderfrysning.

Äldre tegelmurverk kan vara uppförda av tegel som inte är frostbeständiga. De behöver för den skull idag inte ha frostsador. Sådana murverk bör inte tilläggsisoleras invändigt eftersom murverket då kommer att bli kallare än tidigare. Samma gäller ytbehandlingar som puts eller slamning på murverk där stenen i sig kan vara frostresistent.

* Kondens inuti konstruktioner.

I yngre konstruktioner finns inlagda papp- eller plastskikt för att förhindra kondens i konstruktionerna och att göra dem täta. Om sådana konstruktioner tilläggsisoleras på insidan kan papp eller plastskiktet hamna så långt mot utsidan att kondens kan börja regelmässigt uppträda inuti konstruktionen. Följden av denna kondens beror av konstruktionens utformning.

Vid invändig tilläggsisolering kan kondens i el-ledningar uppträda, vilket kan leda till överslag. Man bör därför överväga att flytta el-ledningarna mot väggens varma insida i samband med åtgärden.

5.43 Hälsorisker

* Radon.

Radondotterhalten beror, vid given radonavgivning,

på luftomsättningen, som därför i utsatta hus måste hållas hög. I områden med markradon eller i byggnader av material som avger radon bör man därför noga överväga tätningsåtgärder. Det är viktigt att beakta luftrycksförhållanden i byggnaden vid val av åtgärd.

I hus med konstaterad hög radondotterhalt måste luftomsättningen av hälsoskäl höjas. För att detta skall kunna ske utan drastiskt höjda energikostnader fordras värmeåtervinning ur frånluften. Förekomsten av radon kan därför innebära en anledning att se över byggnadens totala energibild.

* Mögel.

Alltför låg luftomsättning i hela byggnaden eller i begränsade delar av den kan i kombination med onormalt stort fukttillskott leda till gynnsamma förutsättningar för att mögel skall börja utvecklas. För att komma tillrätta med mögelförekomst måste fukttillskottet minskas och luftomsättningen höjas. Därvid bör värmeåtervinning övervägas.

För att undvika att mögelproblem uppstår, bör inte hus med självdragsventilation tätas alltför mycket. Strykning av luftflöden i hus med F- eller FT-ventilation måste också undvikas om de skulle leda till så låga luftomsättningar att det skulle skapas gynnsamma förutsättningar för mögel.

De mögelfall som uppträder i platta på mark är inte orsakade av alltför överdriven tätning utan har sin orsak i olämpliga skikt under plattan.

* Allergier.

Sänkt luftomsättning kan leda till att allergiframkallande ämnen uppträder i högre koncentrationer än tidigare. Detta kan medföra ökade allergiska reaktioner.

Material som innehåller allergiframkallande ämnen bör användas med stor försiktighet. Material bör förvaras och hanteras så att allergiframkallande ämnen inte frigörs.

5.44 Miljöfrågor

* Inomhusklimat.

En och samma lufttemperatur upplevs olika beroende på klimatskärmens standard. Man kan därför inte generellt sänka till en och samma inomhustemperatur utan att komforten kommer att upplevas olika. "Man fryser fram svagheter i klimatskärmen". Upplevelsen sätter därför en gräns för möjligheterna att sänka inomhustemperaturen.

Omvänt kan en höjning av omgivande ytors temperatur ge en möjlighet att sänka lufttemperaturen utan att upplevelsen av inomhusklimatet ändras. Dessa frågor har störst betydelse i rum med stora fönster.

* Förändringar av byggnaders utseende.

Det fordras känsla för en byggnads karaktär och egenart för att genomföra åtgärder som påverkar utseendet. Detta gäller främst fasad- och fönsteråtgärder.

6. EXEMPEL PÅ RESULTAT FRÅN GENOMFÖRDA PROJEKT

Alltsedan energikrisen har ett stort antal projekt genomförts för att bestämma effekten av genomförda åtgärder. Det första stora projekt i vilket flera åtgärder prövades var Ulvsundaprojektet. På senare år har detta följts av en rad s k energisparkvarter, här representerade av Guldheden i Göteborg.

Båda projekten, som refereras kortfattat skall ses som exempel på hur energianvändningen kan effektiviseras i två flerbostadshus med stora olikheter i de ursprungliga förutsättningarna. Karaktäristiskt för de valda projekten är en systematisk genomgång av möjliga energisparmöjligheter och ett kontrollerat genomförande kopplat till en noggrann registrering av uppnådda effekter. I Ulvsundaprojektet har man valt att värdera effekten av de enskilda åtgärderna var för sig medan i Guldhedsprojektet studeras effekten av samtidigt genomförda åtgärds kombinationer

Intressant är att även notera att förvaltaren i båda fallen utifrån fastighetsekonomiska bedömningar avgjort vilka föreslagna åtgärder som skall genomföras och vilka som bedömts vara ointressanta.

6.1 Ulvsunda, Stockholm

I Ulvsundaprojektet ingår 3-vånings s k smalhus, 8-10 m smala, uppförda 1940. Från energisynpunkt är denna husform relativt ogynnsam, eftersom omslutningsytorna blir stora i förhållande till den uppvärmda volymen. Dessutom har väggar och tak låg värmeisoleringsgrad.

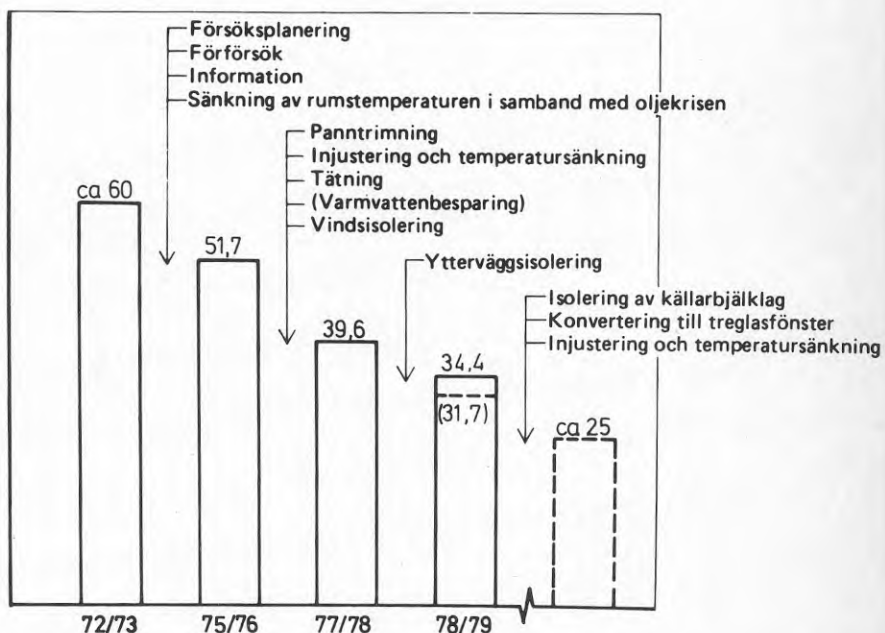
Oljeförbrukningen var i utgångsläget mycket hög, ca 60 l/m². Orsakerna till den höga oljeförbrukningen var förutom husform och låg värmeisoleringsgrad hos väggar och tak även otäta fönster och dörrar samt brister i värmesystemet bl a i form av ojämn temperaturfördelning mellan olika lägenheter. Pannanläggningen var även i stort behov av upprustning.

Följande åtgärder har studerats:

- 1) Förbättring av pannverkningsgraden.
- 2) Tätning av fönster och dörrar.
- 3) Injustering av värmesystem och sänkning av temperaturen inomhus.
- 4) Tilläggsisolering av vindsbjälklag.
- 5) Tilläggsisolering av yttervägg.

- 6) Komfortisolering av bjälklag över källare.
- 7) Konvertering av befintliga 2-glasfönster till 3-glasfönster.
- 8) Värmeåtervinning ur frånluften.
- 9) Vattenbesparande åtgärder.
- 10) Energisparåtgärder i pannrum.
- 11) Termostatventiler.
- 12) Injustering av värmesystemet och sänkning av shuntreglerkurvan.

Åtgärderna har genomförts stegvis under en period av tio år. Resultaten kan sammanfattas med nedanstående diagram, som visar hur den ursprungliga oljeförbrukningen, ca 60 l/m², genom olika åtgärder stegvis sänkts till ca 25 l/m².



Sammanfattning av energisparresultatet. Staplarna anger normalårsförbrukningen av olja (Eo4) i liter per m² bränsledebiteringsyta. Siffrorna inom staplarna anger medeltemperaturen hos rumsluften i byggnaderna. Dessutom visas för eldningssäsongerna 1975/76 och 1982/83 motsvarande brutto- och nettoförbrukning i kWh/m².

6.2 Guldheden, Göteborg

Guldhedsprojektet utgör ett av sex s k energisparkvarter som, med stöd av Byggforskningsrådet, pågår runt om i landet. Syftet med dessa projekt är att genomföra olika typer av energibesparande åtgärdspaket och genom avancerade mätningar utvärdera åtgärdspaketens besparings-effekter, studera ekonomin samt olika slag av hinder och problem i samband med bl a genomförandefasen.

I Göteborg har energisparkvarteret inriktats mot ROT-området genom att fastigheterna speciellt utvalts så att underhålls-, reparations- och energisparåtgärder kan projekteras och genomföras i ett sammanhang. Målsättningen har alltså varit att i Guldhedsprojektet genomföra väl sammansatta och integrerade åtgärdspaket.

Projektet genomförs i ett område på Södra Guldheden bestående av 9 st punkthus med 8-10 våningar från 1950-talets början. Området har klassificerats som "miljömässigt värdefull bebyggelse" och är känt i både inhemska och internationella arkitektkretsar. Projektet omfattar 332 lägenheter, vilka samtliga berörs av någon form av åtgärdspaket.

Guldhedsprojektet är ett energisparkvarter där omfattande åtgärder genomföres. Omfattningen av de olika åtgärdspaketerna varierar mellan husen, alltifrån ett relativt enkelt s k grundåtgärdspaket till ett s k totalpaket, i vilket samtliga energisparåtgärder ingår som prövats i projektet. Detta åtgärdspaket omfattar följande:

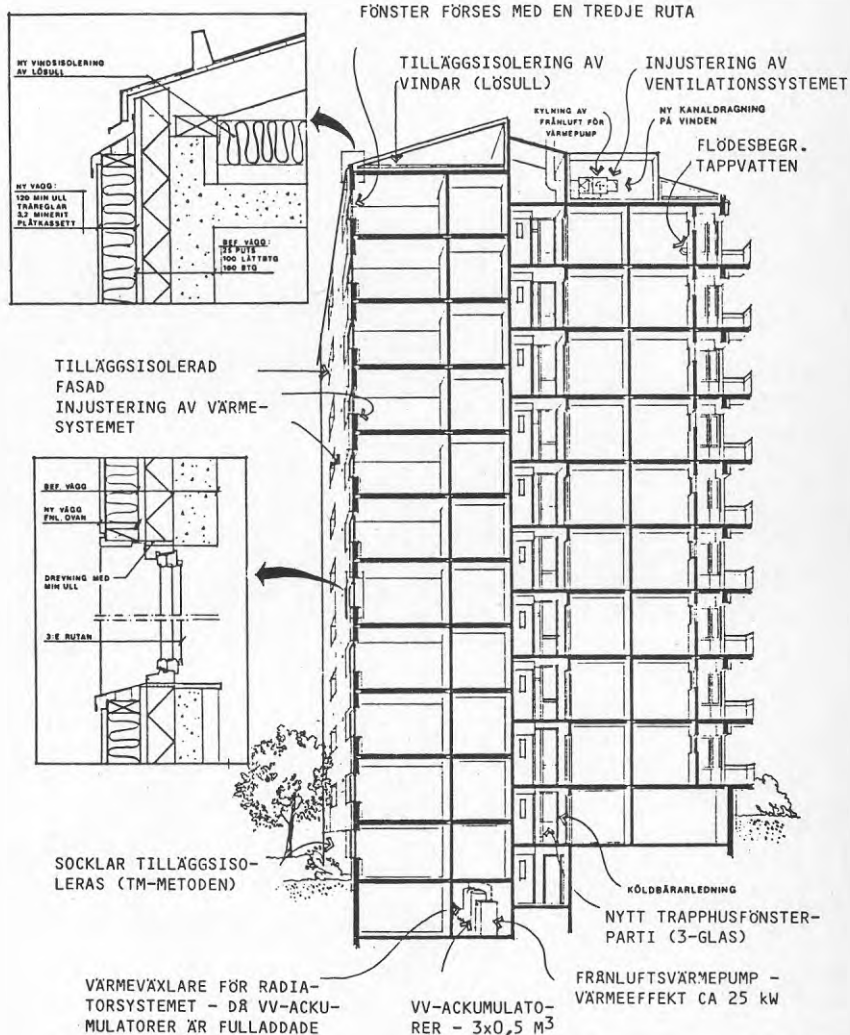
- 1) Injustering av värmesystem, termostatventiler, sänkning av inomhustemperaturen samt automatisk start/stopp av värmecirkulationspump.
- 2) Tilläggsisolering av vindsbjälklag.
- 3) Tilläggsisolering av yttervägg.
- 4) Konvertering av befintliga 2-glasfönster till 3-glasfönster.
- 5) Nytt 3-glasfönsterparti i trapphus.
- 6) Nedvarvning av frånluftsfläktar, installation av nya frånluftsdon.
- 7) Värmeåtervinning ur frånluften med värmepump till såväl tappvarmvatten som radiatorkrets.
- 8) Sänkning av varmvattentemperaturen.
- 9) Vattenbesparande åtgärder (kall- och varmvatten).

Resultaten hittills i Guldhedsprojektet visar att utfallet av samma åtgärdspaket applicerat på identiska hus varierar bl a beroende på förhållandena före vad avser t ex medeltemperatur, luftomsättning samt brukarvanor.

Genom att applicera ett s k grundåtgärdspaket bestående av de enklare installations- och byggnadstekniska åtgärderna har energiförbrukningen kunnat sänkas från i genomsnitt ca 270 kWh/m^2 , år till ca 235 kWh/m^2 , år, d v s en besparing på ca 13 %.

HUS 9

"TOTALHUSET"



Om grundåtgärdspaketet byggs på med fasad- och vindsisolerings samt byte av trapphusfönsterparti har energiförbrukningen kunnat sänkas till ca 185 kWh/m², år, d v s en besparing på ca 30 %.

I det hus där det s k totalpaketet har genomförts har energiförbrukningen kunnat sänkas till ca 135 kWh/m², år, d v s en besparing på ca 50 %.

Frånluftsvärmepumparna får med vald systemlösning mycket långa drifttider (95-100 % av full tid) under större delen av eldningsäsongen. Värmefaktorn har blivit ca 3.2 och systemvärmefaktorn ca 2.8 om hjälp-pumparnas elbehov medräknas. Värmepumparna levererar varmvatten på ca +48°C.

De ekonomiska analyserna visar att i ett projekt av typen Guldhedsprojektet kan de energibesparande åtgärderna kostnadsmässigt vara små i förhållande till totalkostnaderna för samtliga åtgärder. Detta visar vikten av att integrera energisparandet med övriga ROT-insatser.

6.3 Resultatdiskussion

Ovan redovisade resultat har verifierats genom noggranna mätningar av energiförbrukningsnivåer före och efter genomförandet av åtgärderna. Båda objekten förbrukar idag mindre energi än vad motsvarande byggnad uppförd enligt dagens byggnorm, SBN 80, skulle göra. Det bör dock observeras att de båda projekten ej kan anföras som exempel på den nivå man genomsnittligt kan nå med energi-effektiviserande åtgärder. För en sådan studie fordras en helt anna uppläggning (jfr Högscoleprojekt I och II).

Avsikten med Ulvsundaprojektet och Guldhedsprojektet har i stället varit att visa vilka effekter man kan nå när energieffektiviserande åtgärder genomförs under helt kontrollerade förhållanden både vad avser projektering, upphandling, genomförande och drift och skötsel av byggnader.

De båda projekten utgör exempel på att även med långt drivna energieffektiviserande åtgärder genomförda så får man relativt stor skillnad i energiförbrukning mellan olika byggnader - varje byggnad är en individ med sina speciella förutsättningar.

Projektet kan även anses visa att de tillämpade modellerna för beräkning av åtgärdernas besparingseffekt är tillräckligt noggranna för sitt ändamål nämligen att genom lönsamhetsanalyser avgöra om en åtgärd eller åtgärds-kombination bör genomföras eller inte.

Hittills genomförd energisparverksamhet visar att en förbrukningsnivå motsvarande reglerna i SBN 80, går att uppnå i många byggnader. Förutsättningen för god lönsamhet är dock att ett renoveringsbehov föreligger så att det går att motivera en kombination av byggnadstekniska och installationstekniska åtgärder.

Förutom lönsamhetskravet kan även kulturhistoriska, arkitektoniska eller andra miljömässiga faktorer vara skäl till att inte driva energieffektiviseringen så långt.

7. FoU-behov

Denna sammanställning innehåller exempel på några viktiga FoU-områden som behöver studeras ytterligare för att kunskaper om energisparandet i befintlig bebyggelse skall motsvara framtida ställda krav. Ett viktigt led är insamling från fältet av erfarenheter från genomförandet av sparinsatser och spridning av dessa till alla inblandade parter. Sammanställningen redovisas helt ostrukturerad och utan de avgränsningar som är nödvändiga vid planering av konkreta projekt inom respektive område.

- * Teknisk kvalitet hos befintlig bebyggelse.
- * Hjälpmedel och metoder att enkelt i fält kunna klarlägga relevanta energiegenskaper.
- * Börvärden på förbrukning i olika byggnader.
- * Självdragsventilation.
- * Intermittent uppvärmning.
- * Information och utbildning.
- * Energifrågor på brukarens villkor.
- * Acceptabel insats för drift- och skötsel av apparater för olika brukarkategorier.
- * Vidareutbildning av byggbranschen i energi- och ROT-frågor.
- * Styrmedel som når olika energipassiva förvaltare/fastighetsägare.
- * Åtgärder som befrämjar energisnål vatten/varmvattenanvändning.
- * Funktion hos kombinationer av uppvärmningssystem.
- * Konvertering av uppvärmningssystem i direktelvärmda hus.
- * Fastbränsleledning i tidigare oljeeldade hus.
- * Mikroklimatets inverkan på byggnaders energiförbrukning.
- * Gratisenergins påverkan på en byggnads energibalans vid genomförande av omfattande åtgärdspaket.
- * Behovsstyrd ventilation. Utveckling av givare och regler-system samt studium av effekter.

8. LITTERATURFÖRTECKNING

- Abel, Enno m fl: Ofrivillig ventilation. BFR R34:1978.
- Abrahamsson, Norin: Energibesparing med värmeåtervinning i ventilationsanläggningar. BFR R9:1979.
- Adamson, Hämler, Mandorff: Energibesparing - en undersökning i två flerfamiljshus. BFR R23:1975.
- Anderlind, Olsson-Jonsson: Energibesparing i befintlig bebyggelse. Val av åtgärder. Rapport BKL 1983:7, LTH.
- Andersson, Ann-Charlotte: Invändig tilläggsisolering. Köldbryggor, fukt, rörelser och beständighet. Rapport TVBH-1001, Institutionen för byggnadsteknik, LTH.
- Andersson, Fjällström: Energisparande åtgärder i småhusbebyggelse från 1960-talet. BFR R4:1980.
- Axelsson, Dafgård: Kostnader och livslängder för medelstora värmecentraler. Rapport nr 35 i A4-serien från Institutionen för Uppvärmnings- och Ventilationssteknik, KTH.
- Berndtsson, Granstrand, Lindgren: Energisnålt varmvatten i bostadshus. BFR T2:1982.
- Berndtsson, Lennart: Energi- och vattenbesparing i flerbostadshus - åtgärder i befintliga VA-installationer. BFR R73:1983.
- Bjerking, Sven-Erik: Fönster. BFR R150:1979.
- Bjerking, Sven-Erik: Energisparkvarter Kv Rangström, Uppsala. Lägesrapport 1984-04-30. Bjerking Ingenjörbyrå AB.
- Bostadsdepartementet: Program för energihushållning i befintlig bebyggelse. SOU 1980:43.
- Bostadsdepartementet: Energispareffekter i bostadshus där åtgärder genomförts med statligt energisparstöd (Högskoleprojekt I). Expertbilaga 5 till SOU 1980:43, DsBo 1980:8.
- Bostadsdepartementet: Mätning och debitering av varmvatten. Principbetänkande från Värmemätning utredningen, DsBo 1983:3 och DsBo 1983:4.
- Buresten m fl: Datoriserade styr-, regler- och övervakningssystem. BFR R112:1981.
- Carlsson, Elmroth, Engvall: Lufttäthet och värmeisolering. BFR T24:1979.
- Dafgård, Nils: Intermittent uppvärmning-nattsänkning. Rapport nr 22 i A4-serien från Institutionen för Uppvärmnings- och Ventilationsteknik, KTH.

- Edén, Persson: Brukarens energivanor. BFR R38:1978.
- Elmarsson, Bengt: Puts på tilläggsisolering. BFR T5:1979.
- Franzén, Gunnar: Sundbybergsprojektet. Preliminär slutrapport maj 1984. ABV. Produktions- och Teknikutveckling.
- Gezelius, Göran: Värmepumpar i befintliga flerbostadshus. BFR T8:1982.
- Grundsell, Nilsson: Utformning av drift- och skötselinstruktioner. BFR T34:1980.
- Hammarsten, Stig: Driftserfarenheter av vattenburna värmesystem. Opublicerad rapport från Statens Institut för Byggnadsforskning, Gävle, 1984.
- Hansson, Nilson, Stadler: Rätt åtgärdspaket i rätt byggnad vid rätt tidpunkt. BFR T17:1981.
- Holmberg, Sture. Norrköpingsprojektet. Statens Institut för Byggnadsforskning, M81:5.
- Höglund, Johnsson, Lagerström: Ulvsundaprojektet - effektivare energianvändning i äldre byggnader, etapp I. BFR T5:1981.
- Höglund, Peterson, Sandsten, Stillesjö: Energibehov för bebyggelse, hushållningsmöjligheter. Sektorrapport från Expertgruppen för energihushållning inom Energikommissionen på Industridepartementet, DsI 1977:13.
- Jensen, Lars: Nattsänkning av temperatur i flerbostadshus. BFR R64:1983.
- Johnsson, Bengt: Att spara energi i flerbostadshus. SABO 1980.
- Jonson, Jan-Åke m fl: Villa 80 - fjorton energisnåla småhus i Umeå. BFR R98:1980.
- Korsgaard m fl: Merisolering av flade tage. Publikation nr 418. COWI-consult, Rådgivande ingeniörer AS, Danmark.
- Lange, Lundgren: Termostatventilens funktion och betydelse för energiförbrukningen i flerbostadshus. Rapport 1979:13 från Institutionen för Byggnadskonstruktionslära, LTH.
- Lind, Lindskoug, Nylund: Byggnaders lufttätethet. BFR R38:1979.
- Lindkvist, Mattsson: Fuktskydd och värmeisolering vid kallarytterväggar. Institutionen för Byggnadsteknik, KTH, 1972.

Lundström, Erik. Boendevanornas inverkan på energiförbrukningen i småhus. BFR T46:1982.

Mannerstråle m fl: Effekter av energisparande åtgärder. Utvärdering av befintlig bebyggelse. Institutionen för Byggnadsteknik, KTH, 1978.

Nilson, Anders m fl: Guldhedsprojektet - Energisparkvarter i Göteborg, lägesrapport 2, maj 1984. Bengt Dahlgren AB, Göteborg.

Nylund, P-O: Räkna med luftläckningen, BFR R1:1984.

Olsson-Jonsson, Agneta: Energibesparing i befintliga flerfamiljshus genom byggnadstekniska åtgärder. Rapport BKL 1980:5, LTH.

Persson, Arne: Utvändig tilläggsisolering av småhusfasader. Rapport 1979:01. Husbyggnad, CTH.

Peterson, Folke: Sotbeläggningar i värmepannor. Tekniska Meddelanden 27-36, 1974:2 (vol 2) från Institutionen för Uppvärmnings- och Ventilationsteknik, KTH.

Peterson, Folke: Dragrisker vid termisk komfort. A4-serien nr 44. Institutionen för Uppvärmnings- och Ventilationsteknik, KTH.

Peterson, Folke: Cleaning of small boilers. Tekniska Meddelanden 204-212, 1981:4 (vol 11) från Institutionen för Uppvärmnings- och Ventilationsteknik, KTH.

Peterson, Folke: Adjustment of radiator valves. Tekniska Meddelanden 260-267, 1983:1 (vol 13) från Institutionen för Uppvärmnings- och Ventilationsteknik, KTH.

Peterson, Folke: Erfarenheter från inspektion av 5000 värmeanläggningar, Del 1 och 2, Institutionen för Uppvärmnings- och Ventilationsteknik, KTH, 1984.

Pettersson, Bengt-Åke: Tilläggsisolering av tak. Problem, erfarenheter och möjligheter. BFR R81:1983.

Samuelsson, Ingemar: Fukt- och temperaturförhållanden i tilläggsisolerade parallelltak. Utlåtande 7912,422 från Statens Provningsanstalt, Borås.

Sjöström, Svennerstedt, Tolstoy: Extraordinärt underhåll i bostadsbeståndet. Statens Institut för Byggnadsforskning, M82:12.

Stadsbyggnadskontoret, Göteborg: Energisparprojekt Bergsjön. Slutrapport Maj 1984.

Stadsbyggnadskontoret, Göteborg: Spara mera. Idéer till ytterligare energibesparingar i befintlig bebyggelse. November 1983.

Svennberg, Sven A: Värmeåtervinning ur ventilationsluft. BFR T14:1983.

Svensson, Anders: Värmeåtervinning ur ventilationsluft. Anderstorp 20, Skellefteå. SIB M81:23.

Svensson, Anders: Värmeåtervinning ur ventilationsluft. Flerbostadshus i Söderhamn och Tensta. SIB, M82:15.

Södergren, Puntilla: Behovsstyrd ventilation. Pilotstudie där ventilationen styrs av koldioxidhalten i inomhusluften. BFR, R67:1983.

Tredje rutan - tilläggsisolering av fönster. BFR T7:1981.

Tunälv, Mattsson: Inreglering av värmeanläggningar. BFR T14:1981.

VVS-Tekniska föreningen, Statens Energiverk: Injustering av värmesystem. 1984.

Wallin, Olle: Erfarenheter från rensning av några ventilationssystem i flerfamiljshus uppförda under 1950-talet. Tekniska Meddelanden 123-124, 1978:2 (vol 7) från Institutionen för Uppvärmnings- och Ventilationsteknik, KTH.

Wallin, Olle: Förändringar av frånluftflöden vid rensning av kanaler i några flerfamiljshus uppförda under 1960-talet. Tekniska Meddelanden 125-126, 1978:3 (vol 7) från Institutionen för Uppvärmnings- och Ventilationsteknik, KTH.

Wallin, Olle: Optimalt rensningsintervall för frånluftskanaler i flerfamiljshus. Tekniska Meddelanden nr 171-175, 1980:3 (vol 9) från Institutionen för Uppvärmnings- och Ventilationsteknik, KTH.

Widegren-Dafgård, Karin: Indoor temperatures and users behavior in dwellings with or without thermostat controlled radiator valves. Tekniska Meddelanden 260-267, 1983:1 (vol 13) från Institutionen för Uppvärmnings- och Ventilationsteknik, KTH.

Wiklund, Björk: Energibesparing vid tidsstyrning av temperaturen i gruppbyggda småhus, BFR R8:1982.

Åhlander, Peterson: Energiförbrukningens vindberoende, en undersökning i ett småhusområde. A4-serien nr 70. Institutionen för Uppvärmnings- och Ventilationsteknik.

Åsberg, Terje: Injustering av luftflöden i ventilationsinstallationer - beskrivning av proportionalitetsmetoden. BFR T12:1981.

Öberg, Högberg: Energisparvarter Umeå. Utvärdering av spareffekter och genomförande 1984-05-15. Umeå Universitet, Stiftelsen Bostaden, Meta Projektplanering AB.



Bygghörsningsrådet har av regeringen fått i uppdrag att ta fram underlagsmaterial inför omprövning av gällande riktlinjer för energipolitiken och energisparverksamheten i byggnader.

Resultatet av detta arbete redovisas i Bygghörsningsrådets skrift G26:1984 — ENERGI 85. Energi användning i bebyggelse. I arbetet har ett antal expertgrupper varit verksamma. Deras resultat, som utgör ett viktigt underlag för ENERGI 85, redovisas i följande rapporter:

- M84:8 Nikolay Tolstoy, Christer Sjöström & Tommy Waller — **Bostäder och lokaler från energisynpunkt** (Utgivet som Meddelande från Statens institut för byggnadsforskning, Gävle)
- R131:84 Lee Schipper — **Internationell jämförelse av bostädernas energiförbrukning**
- R132:84 Lars-Göran Carlsson — **Energi användningen i bostäder och lokaler 1970—82**
- R133:84 Hans Erik Forsell & Jan Nöid — **Energisparande i statliga myndigheter m fl**
- R134:84 Bostadsstyrelsen — **Bostadsstyrelsens lån- och bidragsgivning till energisparåtgärder i bostäder m m**
- R135:84 Statens planverk — **Utvärdering av bestämmelserna om energihushållning i svensk byggnorm — effekterna på nya byggnader**
- R136:84 Sten-Ivan Bylund & Jan Lindelöf — **Energisparinformation från bygghörsningsrådet, bostadsstyrelsen och planverket 1978—84**
- R137:84 Ulf Lilliengren & Folke Peterson — **Effektiva uppvärmningssystem**
- R138:84 Lennart Thörnqvist & Bo I Olsson — **Energisparande inom fjärrvärmda områden**
- R139:84 Tore Hansson, Anders Nilson & Claes-Göran Stadler — **Energisparteknik i befintlig bebyggelse**
- R140:84 Gunnar Anderlind, Claes Bankvall & Karl Munther — **Energibehov i nya byggnader**
- R141:84 Gunnar Essunger & Håkan Andersson — **Förutsättningar för genomförande av energisparåtgärder i befintlig bebyggelse**
- R142:84 Hans Alfredson — **Kunskap om energisparåtgärder**
- R143:84 Anders Nilson, Lars Bäck, Magnus Fischer & Claes-Göran Stadler — **Energisparmöjligheter i befintlig bebyggelse**
- R144:84 John Gajland — **Energisparande vid alternativa förutsättningar**
- R145:84 Folke Peterson, Stefan Sandsten — **Solvärmt tappvatten**
- R146:84 Per Isakson, Knut-Olof Lagerkvist — **Solsystem för uppvärmning och varmvatten med korttidslager**
- R147:84 Erik Wahlman m fl — **Sol till fjärrvärme och gruppcentraler**
- R148:84 Enno Abel — **Solvärmsystem med årslagring**
- R149:84 Kjell Larsson m fl — **Gruppcentraler — nuläge och utvecklingsmöjligheter**
- R150:84 Carl Mattsson m fl — **Energisystem behandlade i SOL-85 modellen**
- R151:84 Ilja Cordi, Göran Lundgren — **Strategier och scenarios använda i SOL-85 modellen**
- R152:84 Anders Göransson, Peter Wennerhag m fl — **Bebyggelsesdata för energiplaneringen — Underlagsrapporter**
- D21:84 Kirtland Mead et al — **SOLAR 85. Simulation modelling**
- D22:84 Anthony Hardacre — **Solar energy research outside Sweden**

Dessa rapporter beställs genom Svensk Byggtjänst, Box 7853, 103 99 Stockholm, tel 08/730 51 00.

R139: 1984

ISBN 91-540-4208-9

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6704139

**Abonnemangsgrupp:
W. Installationer**

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

Cirkapris: 40 kr exkl moms