



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

R107:1984

**Effektivare energianvändning
vid renovering och ombyggnad**

Fältmetoder och hjälpmedel

**Margareta Andersson
Carl-Eddie Lund**

INSTITUTET FÖR
BYGGDOKUMENTATION

Accnr

Plac *ser*

*R
ANJ*

Byggeforskningsrådet

R107:1984

EFFEKTIVARE ENERGIANVÄNDNING VID RENOVERING
OCH OMBYGGNAD

Fältmetoder och hjälpmedel

Margareta Andersson
Carl-Eddie Lund

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag
820213-0 från Statens råd för byggnadsforskning
till Byggstandardiseringen, BST, Stockholm.

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

R107:1984

ISBN 91-540-4179-1
Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Liber Tryck Stockholm 1984

	Sid
INNEHÅLL	1
FÖRORD	2
0 SAMMANFATTNING	3
1 BAKGRUND OCH SYFTE	5
2 PROJEKTETS GENOMFÖRANDE	7
2.1 En aktiv referensgrupp	7
2.2 Inventering och behovsanalys	7
3 PROCESSEN VID RENOVERING OCH OMBYGGNAD	8
4 BYGGNADERS ENERGIOMSÄTTNING - BERÄKNINGAR OCH MÄTMETODER	13
4.1 Inledning	13
4.2 Allmänt om mätningar	13
4.3 Energibalansen	14
4.4 De olika delposterna i energibalansen	14
4.5 Mätningar kan vara störande	23
4.6 Sammanfattning	23
5 FOU-BEHOV	25
5.1 Utveckling och komplettering av befintliga hjälpmedel	25
5.2 Enkla hjälpmedel med avancerad teknik	27
5.3 Bostadsförbättringsåtgärder - Förundersökning	28
5.4 Prioritering	31
6 PROGRAM FÖR GENOMFÖRANDE	33
6.1 Målgrupper	33
6.2 Uppläggnig - metoder - resurser	35
6.3 Rollfördelning - organisation	38
6.4 Tidplan	40
BILAGA 1 Bostadsförbättringsprojekt - Praktikfall	41
BILAGA 2 Byggnaders energiomsättning - Energi- utbyte med omgivningen - Systematisering, begrepp och definitioner	51
BILAGA 3 Sammanfattning av intervjuer	67
BILAGA 4 Referenser och pågående projekt	78

FÖRORD

Det är vår förhoppning att denna rapport ska kunna ligga till grund för fortsatt forskning och utveckling av fältmetoder och hjälpmedel för bostadsförbättringsprojekt. Viktiga komplement till FoU-arbetet är dokumentation av metoder och hjälpmedel samt information och utbildning.

Förutom till byggprocessens parter vänder sig rapporten till forsknings- och utvecklingsorgan, utgivare av branschdokument, byggbranschens informations- och utbildningsorgan samt producenter av mätinstrument och andra hjälpmedel.

Programarbetet bör kunna leda till ett antal delprojekt med olika genomförandeansvar. Genom en samordning av det fortsatta arbetet och en aktiv projektledning kommer resultaten förhoppningsvis snabbare till praktisk användning. Programansvaret för det fortsatta, övergripande projektet ligger hos BFR.

Vi vill tacka referensgruppens medlemmar, konsulter och andra som engagerat och villigt bidragit med underlag och synpunkter till projektet.

Referensgruppen har haft följande sammansättning:

Margareta Andersson, sekr	Byggstandardiseringen
Bengt Axén	Svenska Riksbyggen (även konsultativ medverkan)
Claes Bankvall	Statens Provningsanstalt
Carl-Axel Boman och	Statens Institut för Byggnadsforskning
Mats D Lyberg	Kungliga Tekniska Högskolan
Arne Elmroth	ABV
Gunnar Franzén	Statens Planverk
Gunnar Krakenberger	Wahlings Installationsutveckling AB
Sören Lindgren	Byggstandardiseringen
Carl-Eddie Lund, ordf	Tyréns Företagsgrupp AB (även konsultativ medverkan)
Per Olof Nylund	Statens råd för byggnadsforskning
Bertil Pettersson	Bygginfo
Ulf Ström	Meta Projektplanering AB (även konsultativ medverkan)
Yngve Öberg	

0 SAMMANFATTNING

För att ta ställning till energisparåtgärder och andra bostadsförbättringsåtgärder i en byggnad bör beslutsunderlaget grunda sig på en utvärdering av huset som ett totalsystem. Detta måste dock ses som något nytt i byggbranschen och ställer krav på nytänkande.

Huset med dels sin tekniska utrustning och dels pågående verksamhet, bl a boende, måste betraktas som en helhet. För att möjliggöra rationaliseringsvinster och tekniskt mer fördelaktiga lösningar bör utvärderingen även omfatta byggnadens allmänna status så att energisparåtgärderna kan samordnas med upprustning, ev ombyggnad och periodiskt underhåll. I detta komplexa system underlättas arbetet om lämpliga hjälpmedel, bl a fältmetoder, utvecklas och dokumenteras.

Ett bättre och säkrare utfall av olika åtgärder förutsätter en systematisk arbetsgång i ett upprustnings- och energisparprogram. I kapitel 3 föreslås en processyn för renoverings- och ombyggnadsprojekt, där särskilt de tidigare skedenas (förundersökning, program, projektering) behov av resurser poängteras. Det är av yttersta vikt att det tidigare begreppet "besiktning" erhåller en definition och status som motsvarar dess roll i den nya processen. Detta för att skapa möjligheter till sänkt total årskostnad i förvaltningskedet.

En gemensam processyn underlättar kontakterna mellan processens olika parter och bidrar till det "gemensamma språk" som måste finnas för ett rationellt samarbete. Andra väsentliga förutsättningar är gemensamma begrepp, termer och definitioner samt allmänt accepterade provnings- och beräkningsmetoder. De senare skapar också möjlighet till jämförelser mellan olika objekt och insamling av data för statistik. I kapitel 4 behandlas beräkning och redovisning av byggnadens energiomsättning samt relationer mellan beräkningar och mätmetoder.

De provningsmetoder som utvecklas bör, förutom att de ger nödvändiga svar vid förundersökningen, utformas så att de även kan användas för kontroll under eller efter åtgärd. Ytterligare kontrollmetoder kan behövas för såväl förvaltarens/byggherrens kontroll som för entreprenörens/leverantörens egenkontroll. För att underlätta beställarens kravformulering, liksom redovisning av provningsresultat till myndigheter, bör kontrollplaner tas fram för varje aktuellt objekt. Hjälpmedel för utformning av sådana kontrollplaner bör därför utvecklas som komplement till provningsmetoderna.

En förutsättning för att nå önskad effekt är att de metoder och hjälpmedel som föreslås bli utarbetade och dokumenterade snarast kommer till bred användning. Därför måste resurser satsas på information och utbildning inte bara om hur hjälpmedlen praktiskt skall användas utan kanske framförallt om syftet med verksamheten och de positiva effekter som kan förväntas. Fastighetsägaren måste uppmärksammas på sin roll som huvudansvarig kravställare.

Skedena överlämnande och förvaltning måste utvecklas för att önskade egenskaper hos byggnaden skall bibehållas. Det är angeläget att information från förundersökningen samt program-, projekterings- och åtgärdsfaserna förs över till fastighetsägaren och dennes driftspersonal. Förslagsvis borde varje objekt, såväl småhus som flerbostadshus, ha en "fastighetspärm", med standardiserad disposition av innehållet, som naturligtvis måste kompletteras med muntlig information och demonstrationer. Hjälpmedel för driftsuppföljning bör också utvecklas och de kan, beroende på objektets storlek och tekniska ekonomiska förutsättningar, vara i varierande grad automatiserade - från enkla kontroll- och signalsystem till datoriserad driftsstyrning.

Metoder och hjälpmedel för förundersökningar föreslås i kapitel 5 ges högsta prioritet. Bl a bör begrepp och definitioner, fältprovningmetoder, beräkningsmetoder med ingångsdata, regler för redovisning av energibalanser och insamlande av data utvecklas. Dessa hjälpmedel bör kompletteras med instruktiva råd och anvisningar samt blanketter och checklistor.

I flertalet fall finns underlag, som efter bearbetning i varierande omfattning och förankring, relativt omgående kan föras ut i praktisk användning. Det är nödvändigt att utvecklings- och dokumentationsarbetet kompletteras med information och utbildning. Med hänsyn till den ökande ombyggnadsverksamheten är behovet av metoder och hjälpmedel akut. Detta accentueras av pågående översyn av normer och finansieringsformer. Arbetet måste därför samordnas och ske i nära samarbete mellan FoU-organ, myndigheter och branschens olika parter.

1 BAKGRUND OCH SYFTE

Behovet av effektiv energianvändning, framförallt i bostadshus, har ökat under 70- och 80-talen. Under trycket av snabbt ökande energikostnader har utvecklingen ofta varit "improviserad". På grund av dåligt utvecklade besiktnings- och kontrollmetoder och andra tekniska/administrativa hjälpmedel har utfallet blivit tveksamt. Vi står således inför ett ackumulerat behov av metoder och hjälpmedel för att säkerställa avsedda funktions-, utförande- och driftsresultat.

Energiprovningsutredningen framhåller i sitt betänkande att hög prioritet bör "ges åt utveckling av enkla och billiga metoder och utrustningar för fältprovning av värmeisolering och lufttäthet" m m. I Bostadsdepartementets program för Bättre bostäder framhålls som ett av målen att "energihushållningsåtgärderna måste intensifieras och samordnas med andra förbättringsåtgärder" med motivering att det av riksdagen fastställda energihushållningsmålet måste uppnås av såväl energipolitiska som samhällsekonomiska skäl. Vidare föreslås att besiktningsverksamheten skall utökas och vidgas. En besiktning bör föregå alla mer omfattande arbeten i en bostadsbyggnad. Den bör bl a syfta till att belysa hur underhållsåtgärder, energisparåtgärder och standardhöjande åtgärder lämpligen bör samordnas.

Byggnaden med dess brukare och verksamhet måste ses som ett totalsystem. Sambandet mellan klimatskärm, installationer, inomhusklimat och olika aktiviteter i byggnaden måste beaktas. En viktig förutsättning för detta är enhetliga begrepp och samordnade metoder baserade på en enhetlig teoribildning om byggnaden som ett miljö- och energisystem.

Energisparåtgärder måste väljas mot bakgrund av en ingående kunskap om byggnaden. I befintlig bebyggelse förutsätter detta att förutsättningarna fastställs genom lämpliga fältmetoder och andra hjälpmedel. För att dessa hjälpmedel skall accepteras av byggbranschen och bli självklara instrument i bostadsförbättringsprojekt måste de vara ändamålsenliga och lätthanterliga. I många fall måste nya "enklare" metoder utvecklas som komplement till nuvarande, ibland noggranna, men ofta kostsamma och komplicerade metoder.

Kunskap om byggnadens funktioner, brister och driftsegenskaper är en förutsättning för ett rationellt val av upprustnings- och energisparåtgärder. Med förbättrade projekteringshjälpmedel och kontrollmetoder bör också risken för att fel byggs in minska. Riktiga förutsättningar bör leda till att rätt åtgärd vidtas vid rätt tillfälle. Resultatet blir ett bättre hus med lägre driftskostnader.

Den lägre totala årskostnaden bör kunna motivera ökade insatser och kostnader i tidiga planeringsstadier. Genom en systematisk kvalitetsstyrning i alla led i kombination med information och utbildning främjas också en utveckling av konsult- och producentföretag inom området upprustning, ombyggnad och energihushållning.

Projektets syfte har varit att göra en inventering och behovsanalys av besiktnings- och kontrollmetoder samt tekniska och administrativa hjälpmedel. Projektet har omfattat byggprocessens alla skeden - förundersökning, program, projektering, åtgärder, överlämnande och förvaltning. Det är fältmetoder för provning och kontroll av byggnaden och dess delsystem som behandlats. I projektet har inte ingått laboratoriemetoder o d för provning av material, produkter och komponenter som skall byggas in.

Referensgruppen har prioriterat upprustning och ombyggnad av bostadshus, varvid arbetet har koncentrerats på byggnaden med dess installationer.

2 PROJEKTETS GENOMFÖRANDE

2.1 En aktiv referensgrupp

För projektet tillsattes i samråd med BFR en referensgrupp (se förordet).

Referensgruppen har beslutat om projektets målsättning och uppläggning, vilket resulterat i de prioriteringar som framgår av kapitel 1. Gruppen står också bakom det arbets-sätt som tillämpats.

Referensgruppen har på olika sätt aktivt medverkat i projektets genomförande. Vid referensgruppsmötena har näraliggande projekt presenterats liksom erfarenheter från olika verksamhetsområden. Dialog har också förts med speciellt inbjudna gäster. De intervjuer som gjorts inom ramen för projektet har till stor del gjorts i samverkan med och av enskilda ledamöter i referensgruppen.

Referensgruppens synpunkter har lett till det prioriterade behov av metoder och hjälpmedel som redovisas i kapitel 5 och förslaget till program för genomförande i kapitel 6.

2.2 Inventering och behovsanalys

Syftet med projektet har varit att kartlägga behovet av fältmetoder och hjälpmedel för att effektivisera energianvändningen i befintlig bebyggelse.

I arbetet har ingått att inventera befintliga metoder och hjälpmedel, som efter mer eller mindre omfattande bearbetning kan föras ut i praktisk användning. Såväl inventerings- som sammanställningsarbetet har utgått från den processsyn som redovisas i kapitel 3.

Inventeringen och behovsanalysen har gjorts genom intervjuer med representanter för byggprocessens olika parter och andra intressenter såsom instrumenttillverkare, utbildningsorgan, forsknings- och provningsinstitutioner, myndigheter samt energisparrådgivare. Genom intervjuer har styrkts behovet av en struktur vid genomförande av bostadsförbättrings- och energisparåtgärder.

3 PROCESSEN VID RENOVERING OCH OMBYGGNAD

Om man på ett målinriktat och varaktigt sätt vill minska energianvändningen i bebyggelsen, kräver detta en effektiv samverkan mellan parterna i förvaltnings- och byggprocessen. Det är då viktigt att de olika aktörerna har en gemensam syn på planerings- och beslutsprocessen, rollfördelningen och de metoder och hjälpmedel, som behövs för en effektiv styrning av åtgärdsprogram, underhåll och drift.

Det ökande behovet av upprustning på grund av nya funktionskrav, eftersatt underhåll och byggsador ger också möjligheter till samordningsvinster vid samtidiga energisparåtgärder. Det är därför av stor vikt att energisparåtgärderna samplaneras och samordnas med bostadsförbättringsåtgärder och förebyggande underhåll. Detta kommer också att bli en förutsättning vid beviljande av de nya underhållslånen med räntebidrag.

Ett systematiskt arbetssätt vid planering, genomförande och förvaltning ger bättre och säkrare utfall, som varaktigt förbättrar byggnaders funktion och driftsegenskaper. Sammantaget medverkar det till lägre driftskostnader och effektivare förvaltning. Det är därför väsentligt

- att man fastställer förutsättningarna med utgångspunkt från det enskilda objektets funktion
- att man baserar åtgärdsprogrammet på bred kunskap om huset som ett totalsystem i vad avser byggnad, installation, underhåll och ekonomi
- att man samråder med berörda parter
- att man säkerställer planerad funktion och driftsekonomi i projektering, upphandling, genomförande och förvaltning
- att man systematiskt höjer kompetensnivån och status för alla berörda inom byggande och förvaltning.

Nödvändiga hjälpmedel för att förverkliga ovanstående är bättre planeringsprocedurer, mätmetoder och redovisningssystem.

Ett branschgemensamt synsätt med entydiga begrepp och metoder är en förutsättning för kommunikation över "skrämgränserna", samtidigt som det underlättar kunskapsutveckling och erfarenhetsåterföring.

Ökat datorstöd som ett planerings- och styrmedel förstärker kraven på

- systematik och preciserad beslutsordning i processens olika steg
- relevanta och entydiga begrepp och beräkningsmetoder

- underhåll av nödvändiga och aktuella fastighets- och driftsdata för varje objekt genom kontinuerliga mätningar, periodiska funktionskontroller och besiktningar.

Först då kan datorstödet bidra till att förbättra kvaliteten i beslutsunderlag och uppföljning samt medverka till en effektivisering av byggbeståndets kontinuerliga utveckling och skötsel.

För att tillgodose ovanstående behov och anpassa arbetsgången till den befintliga bebyggelsens speciella villkor och förutsättningar stöder referensgruppen en processyn för genomförande av upprustnings- och energisparprogram i befintlig bebyggelse enligt figur 1. Vi vill särskilt betona följande aspekter i skedesindelningen och dess kvalitativa innehåll:

1. FÖRUNDESRÖKNINGEN syftar till att få en säker uppfattning om fastighetens funktion, driftsegenskaper och energisparmöjligheter.

Kartläggningen innebär:

- bearbetning av aktuella fastighets- och driftsdata samt felanmälan, genomgång med fastighetsägare och driftspersonal samt hyresgästenkäter
- besiktning av viktiga funktioner inkl mätningar på klimatskärm och installationer
- beräkningar och orsaksanalyser
- redovisning av åtgärdsbehov med hänsyn till tekniska möjligheter och ekonomiska ramor
- sammanfattande analys inkl redovisning av myndighetskrav, brukarbehov, hyresnivåer och budgetramor.

För utarbetande av beslutsunderlag krävs medverkan av såväl drifts- som bygg- och installationstekniska specialister.

2. PROGRAMARBETET innebär

- att utvärdera alternativa åtgärds paket funktionellt, tekniskt och ekonomiskt
- att förankra åtgärdsprogrammet hos personal, brukare och myndigheter
- att ge ramarna för detaljprojektering, byggande och förvaltning med hänsyn till önskad funktion och driftsegenskaper samt totalekonomi.

Ett effektivt programarbete är beroende av en välplanerad samverkan mellan byggherren som kravställare och anlitade specialister.

1. FÖRUNDER-SÖKNING.

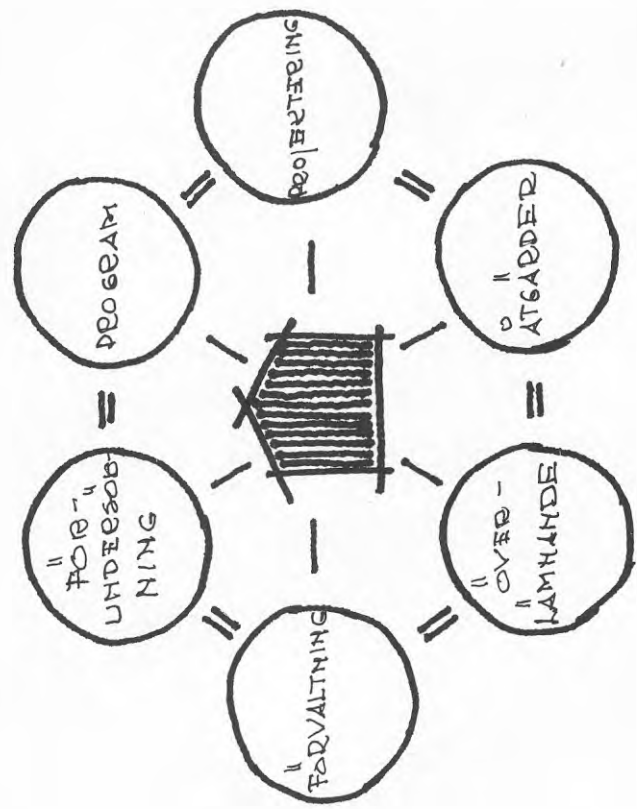
- FASTIGHETSDATA
- DRIFTSDATA
- BESIKTNINGAR
- MÄTNINGAR
- ENERGI BALANS
- DIAGNOS

2. PROGRAM.

- FUNKTION
- TEKNIK
- EKONOMI
- SAMRÅD - INFO
- MYNDIGHETS-FÖRBÄTTRING

3. PROJEKTIERING.

- ÅTGÄRDSPLAN
- INST + BYGG
- FÖRVALTNING
- KRAVSPECIFIKATION
- KONTROLLPLAN
- MYNDIGHETS-GRANSKNING



4. ÅTGÄRDER.

- INST + BYGG
- FÖRVALTNING
- UT FÖRÄNDRINGSKONTROLL
- FUNKTIONSKONTROLL
- MYNDIGHETS-GRANSKNING

5. ÖVERLÄMNANDE.

- BESIKTNINGAR
- DRIFTSINST.
- FUNKTIONSGARANTIER
- UTBILDNING - INFO

6. FÖRVALTNING.

- DRIFTSTYRNING
- SKÖTSEL OCH UNDERHÅLL
- FUNKTIONSKONTROLL
- STATISTIK
- ÅTERFÖRNING

FIGUR 1.

3. PROJEKTERINGEN får jämfört med traditionell nybyggnadsprojektering ofta en förändrad rollfördelning mellan arkitekt och övriga projektörer. Detaljprojekteringen kan för vissa avsnitt i ett bostadsförbättringsprogram delvis överlätas till entreprenörer och/eller systemleverantörer.

Kvalitativt mest betydelsefull är utformningen av förfrågningsunderlaget för upphandling innebärande

- redovisning av förundersökningsresultat med uppgift om objektets funktion före åtgärder
 - precisering av åtgärdsprogrammets funktionskrav och önskade prestanda för installationer
 - systemlösningar för viktiga funktioner och byggmoment samt tekniska lösningar
 - riktlinjer för skötsel och driftsinstruktioner med garantier och service
 - förslag till kontrollplan som redovisar viktiga moment och provningsmetoder i utförandekontroll (material och arbete) och funktionskontroll inkl provdrift
4. ÅTGÄRDERNA får rimliga möjligheter till rationell hantering, om förundersökning, program och projektering har genomförts med omsorg och systematik.

Vid sammanvägning av åtgärdernas totala kostnadskonsekvenser får funktion, driftsekonomi och livslängd större tyngd än tidigare. Det blir naturligt att byggherren ger funktions- och driftskontrollen högsta prioritet och producenterna koncentrerar sin egenkontroll på att säkra offererade prestanda genom väl organiserad funktionsprovning och utförandekontroll - inbyggd i produktionen. En samlad kvalitetsredovisning med provningsresultat och besiktningsprotokoll överlämnas av byggherren och dennes producenter till resp tillsynsmyndighet.

5. ÖVERLÄMNANDE av åtgärdad anläggning är ett kritiskt avsnitt mellan åtgärder och löpande förvaltning. Detta påverkar långsiktiga funktionskvaliteter, livslängder, underhåll och driftskostnader. Ett begränsat antal enkla procedurer för kvalitetsredovisning, utbildning och instruktion för fastighetsägare och driftspersonal kan dels ge ansvarig personal en bra start i fortsatt förvaltning och dels ge en bra erfarenhetsåterföring till kommande projekt.

6. FÖRVALTNINGSFASEN kräver ökade resurser för driftstyrning och förebyggande funktionskontroll. Bättre mätutrustning, energi- och driftsstatistik etc och en systematisk höjning av kompetens och status på förvaltningspersonalen är en tvingande nödvändighet.

Riktlinjer för periodiskt återkommande funktionskontroll bör utarbetas för särskilt känsliga byggkonstruktioner och installationsfunktioner.

Även enkla, självklara åtgärder kräver fackmannamässigt utförda, funktionella och tekniska lösningar för att ge bästa fastighetsekonomi. Planeringsprocedurer och beslutsordning kan med fördel vara lika medan åtgärdernas utformning måste utgå från att varje objekt har unika problem och möjligheter.

Det centrala i den föreslagna processuppdelningen är

- att fastighetsägaren måste uppmärksammas på sin roll som huvudansvarig kravställare
- ökad noggrannhet och resursinsatser i processens tidiga skeden
- ökad omsorg och systematik vid överlämnande och förvaltning
- större inslag av välplanerad förebyggande kvalitetsstyrning inbyggd i program, projektering och genomförande

En illustration av processbeskrivningens angreppssätt och fasindelning ges i bilaga 1.

4 BYGGNADERS ENERGIOMSÄTTNING - BERÄKNINGAR OCH MÄTMETODER

4.1 Inledning

Ett nödvändigt led i ett effektivt energisparande i byggnader är att värmeförsörjningen fungerar så effektivt som möjligt. Detta kan tillgodoses med trimning av pannanläggning, injustering av radiatorsystem och noggrann reglering av värmetillförseln. Denna verksamhet kommer inte att beröras vidare här - annat än med konstaterandet att noggrann injustering och värmereglering är ett nödvändigt hjälpmedel. Verksamheten innebär inga omfattande eller kostsamma förändringar av byggnaden eller av installationerna.

När det däremot gäller åtgärder som förändrar byggnader eller installationer ökar kostnaderna för åtgärder, kravet på precision vid lönsamhetsberäkningar ökar, vilket kräver mer kunskap om hur byggnader fungerar och vilken verkan man kan påräkna av åtgärder. I bilaga 2 ges ett exempel på hur en byggnads energiomsättning kan sammanfattas i form av energibalanser. Arbetet med att upprätta dessa och de problem man stöter på är ett bra sätt att skaffa sig kännedom om byggnaden.

Redovisning av energibalanser är sålunda ett annat viktigt hjälpmedel när det gäller att skapa stadga och enhetlighet i energisparverksamheten.

Det bör påpekas att den nämnda systematiseringen går ut på att redovisa en systematik och begreppsbildning som medger "hur detaljerad redovisning som helst". Detta skall inte uppfattas så att en effektiv energisparhantering förutsätter, en å priori så stor detaljkännedom som möjligt.

Ambitionen när det gäller att analysera en byggnad bör vara att först skaffa sig en god kännedom om energiomsättningen i stort och därefter en ännu bättre kännedom om den energipost eller de energiposter man vill påverka genom åtgärder. För att få en någorlunda detaljerad kännedom om delposterna i energibalansen krävs mätningar.

4.2 Allmänt om mätningar

För att mätningar skall vara meningsfulla krävs en fysikalisk modell. Den bör vara så generell att endast fysikaliska storheter behövs för att beskriva sambanden. Modellen utgör samtidigt en beräkningsmetod. En del av de fysikaliska storheterna är normalt av arten naturkonstanter och är kända. Någon eller några storheter är däremot mindre väl kända. De beror ofta i hög grad av det aktuella objektet, dvs byggnad inklusive installationer. Mätningar görs för att få kvantitativa värden för dessa storheter.

4.3 Energibalansen

Det i bilaga 2 redovisade synsättet som innebär att byggnaden tillförs ett energiflöde, som är sammansatt av olika energiformer. Detta energiflöde omvandlas i byggnaden till ett värmeenergiflöde som i olika former avges till omgivningen. På vägen genom byggnaden ger energiflödet upphov till en termisk nivå som beror på byggnadens motstånd mot värmeavgivning (värmemotstånd, täthet, ventilationsmängd etc). Ju mindre motståndet är desto mer energi måste tillföras för att vi skall uppnå önskad termisk komfort inomhus. (Se vidare bilaga 2.)

Av primärt intresse är att man kan hålla tillräckligt hög inomhustemperatur. Om hela energiflödet gick åt för att hålla inomhustemperaturen, vore det ganska enkelt att analysera en byggnads energifunktion. Man skulle kunna studera byggnaden under januari (när solinläckningen och gratisenergin är liten), ta reda på köpt energi, registrera temperaturer ute och inne och få ett mått på byggnadens motstånd mot energiavgivning.

Nu är problemet emellertid inte riktigt så enkelt, eftersom en del av energiflödet genom byggnaden inte ger något bidrag till inomhustemperaturen.

Detta illustreras i figur 2. Mellan staplarna i figuren markeras vilka av delposterna i UT-stapeln som är verksamma när det gäller att upprätthålla inomhustemperaturen. Detta avspeglas av de fysikaliska sambanden som antyds t.h. om delposterna. Den avgivna effekten är för dessa delposter direkt beroende av den inre lufttemperaturen, ϑ_r .

4.4 De olika delposterna i energibalansen

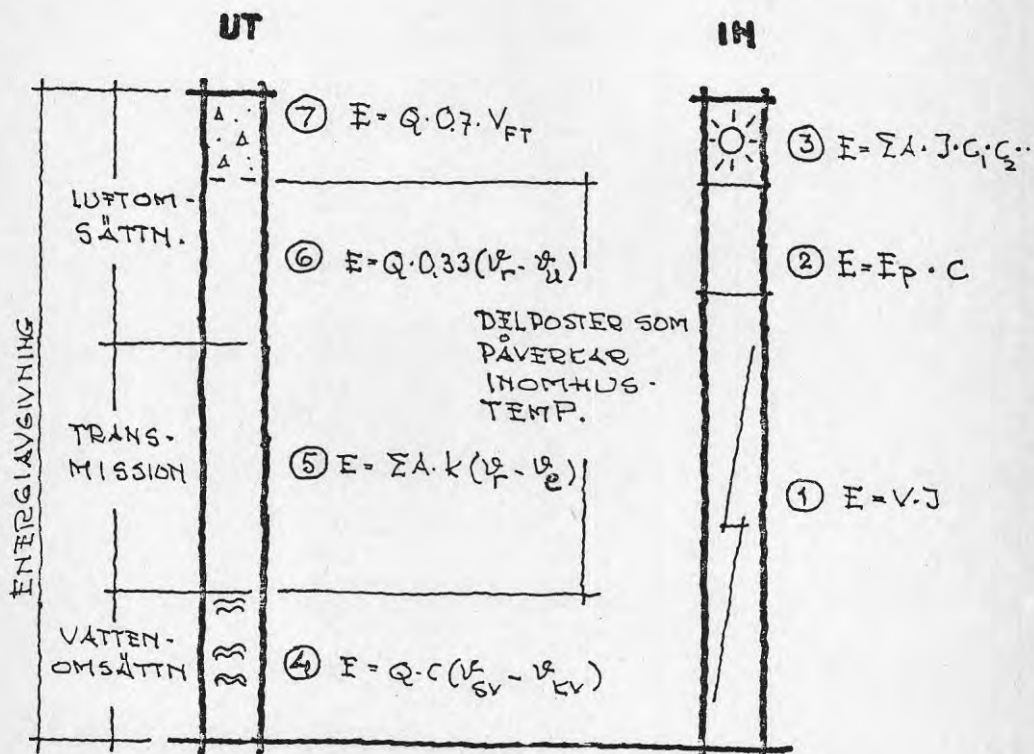
Här följer en genomgång av delposterna i energibalansen, figur 2, med början längst ner i IN-stapeln.

Fysikaliska samband, kommentarer till ingående storheter, förutsättningarna för att idag göra en noggrann bestämning samt ytterligare kunskapsbehov skall redovisas.

Tillförd, köpt energi - delpost 1

Den levererade energin kan vara av olika slag. I exemplet, som antas vara en eluppvärmd byggnad levereras all energi som elenergi. Storleken av energitillförseln avspeglas av uttrycket för tillförd effekt, dvs produkten av spänning och strömstyrka. Energimätaren, elmätaren, är ett integreringsverk som summerar effekten under korta tidssteg till en energiförbrukning som kan avläsas på mätaren.

Om vi vill göra en översiktlig analys för byggnaden i exemplet och för en viss period bestämma energiomsättningen, räcker det med att registrera skillnaden i elförbrukning vid periodens början och slut, eftersom vi vet att all elenergi omvandlas



Figur 2. Energibalans för eluppvärmd byggnad

till värme. (Här har förutsatts att all energi kommer huset tillgodo.)

Om vi däremot är intresserade av att detaljstudera någon delpost, t ex varmvattenförbrukningen, för att undersöka potentialen för energisparande åtgärder genom snålspolande armaturer, kan vi till en början med konstatera att vi ingenting vet om varmvattenförbrukningen eller om hur stor del av elenergin som går åt för varmvattenberedning. För att komma åt storleken av en sådan delpost, måste vi göra mätningar. Här uppträder sålunda ett behov av lämplig mätutrustning. Varmvattenförbrukningen kan t ex studeras med flödesmätare som monteras in i varmvattensystemet. Då uppstår problem med mätnoggrannheten. Flödesmätaren har varierande noggrannhet vid olika storlek på genomströmmande flöde. Om flödet vore konstant under undersökningsperioden skulle kalibreringsvärdena ge oss ett mått på mätfelet. När det gäller tappvarmvatten fluktuerar emellertid flödet mycket starkt, så att vi inte vet om det totala flödet för en period är sammansatt av små flöden under långa tider eller stora flöden under korta tider. Vi kan då inte använda kalibreringsdiagram för att beräkna mätfelet i den totala tappvarmvattenförbrukningen.

o Detta är ett exempel på behov av noggrannare mätutrustning när det gäller att närmare studera den köpta energins närmare användning.

Personvärme - delpost 2

Delposten antyds av uttrycket för effekten till höger om IN-stapeln.

Uppgifter om personvärmen - E_p (W/pers) - redovisas på olika håll i litteraturen. En ungefärlig storleksordning kan vara; $E_p = (80 + 40)$, där den första siffran 80 anger avgiven värme till luften och den andra, 40, anger ombildningsvärmen.

Faktorn c anger antal personer och deras vistelsetid i byggnaden.

Solinläckning - delpost 3

Det schematiska uttrycket för tillförd energi anger summan av inläckning genom ett antal fönsterytor. Instrålad effekt utgör produkten av respektive delyta A , intensiteten hos kortvågig instrålning I (W/m^2) vid klar himmel och ett antal faktorer, $c_1, c_2 \dots$ etc, som representerar molnighet, glasantal hos fönster, orientering, skuggverkan av yttre fönstersmygar, avskärmning av gardiner, yttre avskärmningar etc.

Här föreligger osäkerheter i var och en av faktorerna inklusive instrålningen. Arbete pågår inom SMHI för att registrera och leverera säkrare data för instrålningen.

Sannolikt får man räkna med att det kommer att ta lång tid att få noggranna bestämningar av solinläckningen. Troligen kommer det att för alltid finnas stora osäkerheter, eftersom den påverkas av hantering av gardiner, persienner etc.

Vidare skall man ha i minnet att det finns ett säkerligen starkt samband mellan solinläckning på IN-stapeln och de mycket svårbedömda vädringsförluster som i det allmänna fallet finns i UT-stapeln. Vädringsförlusterna illustreras inte i figur 2 men har berörts i bilaga 2. Under speciellt vår- och höstperioder vet vi, att vi när solinläckningen upplevs som besvärande skaffar oss en "snabb lindring" genom att dra för gardiner eller fälla ner persienner eller genom att öppna ett fönster eller genom att kombinera sådana åtgärder. Mätningar från kontorshus under vintrarna 1981/82 och 82/83 indikerar att energiförbrukningen under soliga dagar varit högre än under mulna dagar med samma uteluftstemperatur.

Det gäller alltså att se upp med om hela solinläckningen kan tillgodogöras utan risk för övertemperatur som utlöser fönstervädning. I den mån man arbetar med datorprogram kan man försöka möta problemet genom att lägga in spärrfunktioner som säger ifrån när övertemperaturer uppträder.

Energiavgivning med vattenomsättning - delpost 4

Det angivna sambandet för effektavgivning med vattenomsättning bygger på en yttre energibetraktelse. I uttrycket är värmekapaciteten c känd och vidare vet vi att inkommande kallvattentemperatur ϑ_{kv} till huset varierar ganska litet och långsamt och är relativt lätt åtkomlig för mätning. Där emot är flödet Q och spillvattentemperaturen ϑ_{sv} starkt fluktuerande. Mycket vore vunnet om man genom undersökningar på olika huskategorier kunde utvärdera en form av ekvivalent eller i tiden genomsnittlig spillvattentemperatur. Energiavgivningen med vattenomsättning skulle då kunna bestämmas som produkten av det kallvattenflöde man avläser på kallvattenmätaren för en period och skillnaden mellan den genomsnittliga spillvattentemperaturen och kallvattentemperaturen. Här föreligger alltså ett angeläget men mycket svårt mätproblem.

Ett alternativt sätt att lösa problemet och komma till ett resultat på samma form skulle vara att analysera de förlopp som finns på vägen från det kallt vatten kommer in i byggnaden tills det uppvärmt spillvatten lämnar den. Det inkommande kallvattnet förgrenar sig till kallvattenkranar, till varmvattenberedare och till hushållsmaskiner för t ex tvätt och disk. Energi går åt för att höja kallvattentemperaturer till olika temperaturnivåer i dessa anordningar. På vägen från användningsställena avges en del värme från ledningar till rumsluften. Från rumsluften tas å andra sidan energi till kallvattenledningar med lägre temperatur än inomhusluften. En sådan analys blir ytterst komplicerad.

Den framkomligaste vägen förefaller därför vara att tillgripa den förstnämnda yttre energibetraktelsen och "mäta sig fram" i utvecklingsprojekt.

Redan vid den blygsamma ambitionen att göra en översiktlig analys av energifunktionen med utgångspunkt från registrerad energiförbrukning uppstår problem på grund av den osäkerhet som ligger i bestämning av energiavgivning med vattenomsättning. Den i föregående punkt nämnda osäkerheten vid beräkning av solinläckning skulle kunna tonas ner om vi väljer att studera energiomsättningen under en period i exempelvis januari när solinläckningen är liten och när det fel vi gör inte blir särskilt stort i förhållande till hela IN-stapeln. För att bilda sig uppfattning om byggnaden förbrukar ovanligt mycket eller litet energi i form av avgivning med transmission och luftomsättning, måste vi dock veta storleken av avgivningen av energi med spillvattnet.

Bo Adamson, LTH, har presenterat värden, som tills vidare synes kunna användas vid beräkningar. Sålunda anges spillvattentemperaturen som $\vartheta_{sv} = \text{ca } 28^{\circ}\text{C}$ under vintern respektive 31°C under sommaren.

Det finns sålunda ett angeläget behov av närmare kännedom om spillvattentemperaturen och ett minst lika angeläget behov att hitta någon form av hanterlig och smidig fältmätningssutrustning. Det är inte osannolikt att det finns information att hämta från industrin, där man på flera håll har anledning att satsa på teknik och komponentutveckling för värmeåtervinning ur avloppsvatten.

Transmission - delpost 5

Uttrycket för den avgivna effekten anger en summering av avgiven effekt för de olika delytorna A hos ytterhöljet.

o k-värdet bedöms med utgångspunkt från i litteraturen, t ex Svensk Byggnorm, angivna uppgifter.

För fönster anges schablonvärden för "mörker-k-värdet" vid olika fönsterkonstruktion. För väggar beräknas k-värdet med utgångspunkt från kännedom om de olika skiktens tjocklek och λ -värdet. Härvid bör man använda det verkliga och inte det praktiskt tillämpbara k-värdet, som är av storleksordningen 10 % högre. Noggrannheten i bestämningen beror på väggkonstruktion. Man kan urskilja två huvudtyper av väggar; massiva ytterväggar av murverk med ut- och invändig puts och flerskiktsväggar med regler och luftgenomsläpplig värmeisolering.

Bestämningen av k -värdet för den massiva väggtypen kan ske med ganska god noggrannhet om man känner tjocklekar och ingående material. Här kan man också ha god hjälp av värme-flödesmätningar. Inverkan av lokala köldbryggor kan också beräknas med någorlunda noggrannhet.

Ett förhållande som inte beaktats vid beräkningar är att fukt, som träffat väggen vid slagregn och trängt in i murverket kräver energi vid senare uttransport och avdunstning från fasadytan. K.Sandin vid Institutionen för Husbyggnadsteknik, LTH, undersöker detta fenomen.

För regelväggar med luftgenomslätplig värmeisolering är bedömningen av k -värdet vanskligare. Här har man heller inte samma hjälp av värme-flödesmätning, eftersom en sådan, även om den görs med box-metod, registrerar lokala partier och man vet att variationen mellan bästa och sämsta partier kan vara mycket stor för sådana väggar. Utveckling av enkla och smidiga värme-flödesmätare utgör här ett viktigt led när det gäller att komma vidare.

- o Rumstemperaturen \bar{v}_r är relativt lättåtkomlig även om temperaturvariation i höjdlängd innebär en komplikation.

Under de senaste åren har utvecklats flera alternativa mätutrustningar för att registrera och lagra värden för lufttemperatur.

- o Den yttre temperaturen - \bar{v}_e anger här effektiv utetemperatur, t ex i form av den s_k ekvivalenta utetemperaturen. Beteckningen markerar att avgivningen av transmission baseras på en utetemperatur som inbegriper hänsyn till kortvägigt och långvägigt strålningsutbyte mellan fasaden och yttre omgivning. De fysikaliska modellerna för strålningsutbytet är inte särskilt komplicerade. De finns redovisade på flera håll inom litteraturen. Svårigheterna ligger främst i att bestämma ingående värden på fysikaliska storheter, detta berördes något när det gäller den kortvägiga strålningsandelen tidigare i redogörelsen för solinläckning.

Dels föreligger behov av grundligare kännedom om en byggnads specifika faktorer, dels behov av att ta fram klimatiska data och få dessa redovisade i lämplig form.

Energiavgivning med luftomsättning - delposterna 6 och 7

Energiavgivningen är summan av den temperaturhöjning luften fått på sin väg genom byggnaden och den ångbildningsenergi luften tillförts. Faktorerna $c = 0,33$ (W.h/m³.°C) och $0,7$ (W.h/g) är naturkonstanter och kräver inga ytterligare kommentarer.

- o Temperaturskillnaden ($\bar{v}_r - \bar{v}_u$) är relativt lätt åtkomlig med hjälp av temperaturregistreringar. Vid beräkning av delposten kan det integrerade gradtimtalet bilda utgångspunkt.

- o Fukttillskottet V_{FT} (g/m^3) rör sig för bostäder om storleksordningen 1 à 3 g/m^3 . På denna punkt behöver vi ökad kännedom. Experimentella undersökningar är här inte särskilt komplicerade.

Här finns ett klart behov av att utveckla smidiga, enkla mätutrustningar för att registrera fuktinnehåll.

- o Luftflödet Q (m^3/h) utgörs av styrd ventilation och luftläckning. Kunskaperna rörande ventilation och luftläckning har väsentligt ökats under de senaste årens teoretiska och experimentella undersökningar. Storleken av luftomsättningen beror av samverkan mellan byggnad och ventilationssystem. Det blir här nödvändigt att se byggnad/ventilation som ett sammansatt system. Figur 3 anger en klassificering av systemtyper med sex st systemkategorier, som har sinsemellan olika funktionssätt. De sex rutorna i schemat avspeglar renodlade fall. I verkligheten förekommer hybrider mellan dessa.

Även om projektet "Fältmetoder och hjälpmedel" har begränsats till att gälla bostadshus, presenteras därför den fullständigare bakgrundsbilden, som också innehåller kontorshus och hallar.

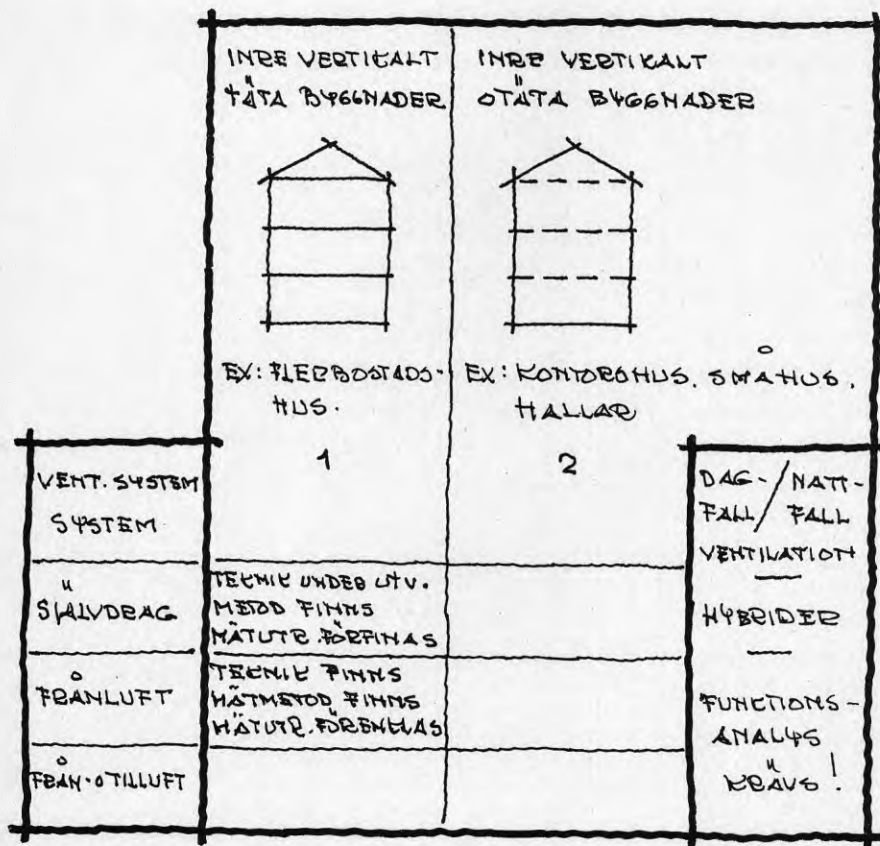
Denna typisering har i annat sammanhang redovisats som bakgrund för resonemang om effekten av tätningsåtgärder för höljet, varvid visats att åtgärd som har en viss effekt då den tillämpas på en systemkategori får en helt annat effekt om den tillämpas på en annan kategori.

Indelningen är emellertid också relevant när det gäller att genom mätning kartlägga mönstret eller karaktäristiken av systemet byggnad/ventilation när det gäller luftomsättningen. Flödet kan schematiskt beskrivas av uttrycket:

$$Q = f (\text{otäthet, mekaniska krafter, utformning av kanalsystem för ventilation, byggnadens höjd och form, temperaturskillnad inne/ute, vindanblåsning ...})$$

Arbetet inom och parallellt med det s k Sundbybergsprojektet, som avser bostadshus, och med undersökningar av kontorshus har bl a gått ut på att söka smidiga fältmetoder för att få rätt om den karaktäristik som avspeglas av det schematiska sambandet ovan och där de närmare detaljerna varierar med systemkategori i figur 3. Strategin och valet av mätutrustning blir också högt varierande för de olika kategorierna.

Längst har arbetet nått när det gäller att få kännedom om karaktäristiken för frånluftsventilerade flerbostadshus. Här finns sålunda redan en smidig och enkel metod för att få fram de uppgifter man behöver och för att kunna räkna om den vid mättillfället uppmätta luftväxlingen till den som fås andra klimatförhållanden. Metodbeskrivning är under utarbetande inom ett Nordtest-projekt.



Figur 3. Typindelning av system byggnad/ventilationssystem

Kommentar till nuläget beträffande mätteknik för att bestämma luftomsättning i flerbostads-hus med självdrafs- och frånluftsventilation.

Den dominerande ventilationsprincipen vid äldre hus är självdragsventilationen. Även här har man kommit en bra bit på väg när det gäller att åstadkomma smidiga och lätthanterliga fältmetoder för att bestämma byggnadens karaktäristik när det gäller luftomsättning. Metoderna skall studeras vidare under kommande vinter i samarbete mellan TYRENS och SIB.

Från- och tilluftsventilation förekommer bara i liten omfattning när det gäller äldre bostadshus. Det arbete som gjorts har till mesta delen avsett kontorshus och ligger därför utanför avgränsningen för projektet "Fältmetoder och hjälpmedel". Därför har endast de i projektet aktuella systemkategorierna försetts med en kommentar när det gäller mätmetoder i nu-läget.

Ett gemensamt huvuddrag hos metoder för att bestämma luftomsättning är att de går ut på att undersöka byggnaderna i det för dessa naturliga trycktillståndet, och vid tryck-tillstånd som ligger i närheten av det naturliga. Mätningarna avser samtidigt registrering av luftflöden i kanaler och kanalsystem och viktiga tryckförhållanden.

Ett annat gemensamt huvuddrag är att de baseras på en fysikalisk modell som uttrycker den yttre energibetraktelsen. Om man vet hur mycket luft som strömmar genom byggnaden och hur mycket luften värms upp på vägen, så vet man också effekt- och energiavgivning. Däremot säger oss mätningarna ingenting om ventilationseffektivitet eller om hur luften strömmat på sin väg genom byggnaden.

För att en fältmetod skall vara smidig krävs att mätningarna kan utföras utan att man har tillträde till alla lägenheter i huset. Det huvudsakliga mätarbetet skall kunna ske från taket vid självdragsventilerade hus och vid fläktrum i mekaniskt ventilerade hus.

Registrering av tryck vållar normalt inte några större problem. Däremot uppträder svårigheter när det gäller att mäta kanalflöden. Här finns ett angeläget behov av utveckling på mätutrustningssidan. Den utveckling som under senare tid skett för att tillämpa spårgastekniken vid mätning av luftflöden i kanaler förefaller att vara mycket intressant.

Vädringsförluster

Redogörelsen nyss har berört samtliga delposter i energibalansen i figur 2. Den vore inte fullständig utan kommentarer till de vädringsförluster som utgör en komplikation i verkligheten. Möjligheterna att idag komma åt storleken av vädringsförluster med mätningar och beräkningar är starkt begränsade. I och för sig kan man uppställa teoretisk modell för hur mycket luftväxlingen ökar om man öppnar ett fönster, men resultatet är för osäkert för att göra anspråk på att motsvara verkligheten. Dessutom är det svårt att veta vilken temperatur den utströmmande luften vid vädring har. Sannolikt är det mycket svårt, om ens möjligt, att skaffa sig mät- och beräkningskontroll över energiavgivning genom vädring.

I ett effektiviserat energisparande gäller att med rätt anpassad energitillförsel, dvs rätt avvägd tillförd effekt vid rätt tidpunkt, undvika övertemperatur under uppvärmningssäsongen och därmed eliminera incitamentet till fönstervädningen. I och med det blir bristen på mät- och beräkningsmetod för vädningen mindre kännbar.

4.5 Mätningar kan vara störande

En form av uppenbar störning är när man, kanske vid upprepade tillfällen, måste skaffa sig tillträde till lägenheter. De boende tröttnar på "springet" och kan få en negativ attityd. Man riskerar ändrade boendevanor.

En annan form av störning är att mättekniken i sig kan påverka det fenomen man vill studera, vilket kan belysas med ett exempel.

Anta att vi t ex vill studera förbrukningen av tappvarmvatten för att bestämma den potential som finns för energisparande åtgärder i form av snålspolande armaturer etc. För att studera förbrukningen kan vi montera in mätare vid ledningssystemet. I och med att vi monterar in mätare som har strömningsmotstånd förändrar vi ledningssystemets karaktäristik. Resultatet kan bli att man kanske måste ha varmvattenkranen öppen en längre tid innan det kommer varmvatten, vilket medför risk för att de boende ändrar sina "tappvarmvattenvanor".

4.6 Sammanfattning

Det naturliga tillvägagångssättet vid analys av en byggnads energiomsättning är att genom ingående besiktning och studier av driftstatistik skaffa sig en översiktlig bild av byggnadens tekniska funktion och karaktäristik när det gäller energiomsättning. Det kan härvid bli aktuellt att med mätningar studera byggnaden under en viss period under uppvärmningssäsongen.

Efter detta blir det möjligt att ställa en hypotes i form av någon eller några åtgärder som sannolikt borde medföra energibesparingar. Det kan då också bli nödvändigt att genom ytterligare mätningar och fördjupad analys av den eller de delposter som berörs för att undersöka sparpotentialen och bedöma effekten av åtgärden(-erna).

De mätmetoder som väljs skall för att gå så rakt på målet som möjligt vara grundade på en fysikalisk modell och ge oss direkt svar på storleken av de storheter vi önskar komma åt. De metoder och den mätutrustning vi väljer skall för att vara smidiga och fältmässiga ge möjlighet att skaffa oss våra

uppgifter utan att störa den normala verksamheten i byggnaden. De får heller inte störa de funktioner eller fysikaliska förlopp som vi avser studera genom mätningarna.

Grunden för förståelsen av en byggnads funktion ur energisynpunkt är förståelse för dess rent tekniska funktionssätt. Detta är ofta mycket komplicerat och kan variera avsevärt mellan två till yttre likadana byggnader.

Kunskaperna om hur byggnader fungerar är på nuvarande ståndpunkt mycket ofullständiga och osystematiserade.

5 FoU-BEHOV

Det primära syftet vid planering av fortsatt utvecklingsarbete är att uppnå effektivare energianvändning genom säkrare beslutsunderlag och bättre styrmedel vid åtgärdsplanering och genomförande.

Vi utgår därvid från den splittrade ansvarsbilden i fastighets- och byggbranschen och mängden av inblandade intressenter och aktörer, som kombineras i ständigt nya konstellationer i varje byggobjekt. Detta accentuerar behovet av enhetliga procedurer, metoder och hjälpmedel för projektstyrning och kommunikation inom och mellan olika grupper. En sådan samordning underlättar också erfarenhetsåterföring och kontinuerlig utveckling.

Renoverings- och ombyggnadssektorns speciella krav på planerings- och beslutsordning har utvecklats i kapitel 3. De tekniska och administrativa metoder och hjälpmedel, som erfordras för kvalitetsbestämning i varje steg, måste samordnas över hela processen för att underlätta reglering av partsförhållanden, uppföljning och feedback.

I kapitel 4 framhålls vikten av att de mätmetoder som väljs är grundade på en fysikalisk modell genom vilken de storheter som skall mätas definieras.

5.1 Utveckling och komplettering av befintliga hjälpmedel

En samordnad utvärdering och utveckling av befintliga metoder föreslås för att skapa en basnivå som präglas av helhetssyn. Vissa laboratoriemetoder bör utvecklas till fältmetoder. Denna utveckling och rationalisering syftar till att konsekvent styra mot välavvägd funktion, livslängd och driftsekonomi i förvaltningsskedet. För att nå detta mål krävs en uppslutning från branschens olika parter och aktörer.

I utvecklingsarbetet bör också ingå utformning av bättre informations- och utbildningsmaterial med helhetssyn.

Efter intervjuer och diskussioner i referensgruppen framstår följande områden som mest angelägna för utvecklingsinsatser.

Tekniska

- Beräkningsmetoder för att fastställa byggnaders energibalans - årsvis och för kortare perioder - och effektbehov vid olika klimatfall
- Tillförlitliga instrument för mätning av effektuttag och energileveranser från panncentral resp fjärrvärmeverk
- Enkla metoder och mobila instrument, som är robusta och ger tillförlitliga och snabba svar, för fältprovning av värmeisolering, täthet och fukt i klimatskärmen

- Förenkling och komplettering av idag tillämpade avancerade metoder (termografering, tryckprovning, spårgasmätning och värmeflödesmätning)
- Enkla metoder och instrument för mätning av temperatur, luftflöde och luftomsättning i olika delar av byggnaden inkl kontroll av ventilationssystemets täthet och allmänna kondition
- Instrument för mätning av vattenförbrukning husvis inkl metoder för fastställande av vattenläckage
- Metoder för kontroll och uppföljning av injustering och balansering av värmesystem

Vidare behövs metoder och instrument för att bestämma pannverkningsgrader m m vid olika belastningsfall. Detta och annan mätutrustning som berör panncentraler och undercentraler är redan föremål för utvecklingsinsatser dels inom SABOs energisparprogram, dels hos ett antal tillverkare och serviceföretag. En samordnad utvärdering och dokumentation av resultaten har hög prioritet hos intervjuade fastighetsägare.

Administrativa

- Enhetlig processbeskrivning med begrepp och definitioner
- Samordnade riktlinjer för förundersökningar avseende såväl energitekniska som övriga upprustnings- och underhållsbehov, d v s anvisningar, checklistor, metoder, blanketter m m
- Aktuell basdatabank med redovisning av frekventa systemfel, byggskador och eftersatt underhåll
- Riktlinjer, checklistor och blanketter för redovisning av
 - kravspecifikationer, kontrollplaner och resultat av genomförda åtgärder
 - energi- och driftsstatistik baserad på enhetliga förutsättningar
 - rutiner för erfarenhetsåterföring och korrigerande åtgärder
- Riktlinjer för hyresgästsamråd och övrig information i processens olika skeden
- Fastighetsekoniskt kalkylprogram som tar hänsyn till behovet av att samordna energisparåtgärder med övriga bostadsförbättringsåtgärder med olika avskrivningstider och finansieringsförutsättningar
- Upphandlingsmodeller med utökade funktionsgarantier, serviceåtaganden och provdrift före överlämnande

5.2 Nya hjälpmedel

I och med att administrativa hjälpmedel utvecklas och förankras i branschen, skapas en säkrare plattform för att med ny, avancerad teknik gå vidare i nästa utvecklingssteg.

Vid inventering av FoU-behov har intressenterna ansett följande metodområden och hjälpmedel mest angelägna med hänsyn till

dels potentialen för effektivare energianvändning och

dels möjligheterna att med koncentrerade insatser snabbt nå resultat:

- Datorprogram för redovisning av objektvisa underhålls- och driftsdata för att underlätta diagnos och uppföljning i förvaltningsskedet
- Effektiva, driftsäkra, givare och instrument för kontinuerlig mätning och registrering av
 - temperaturvariationer inom- och utomhus
 - relativa fuktigheten i frånluften
 - effektbehov och energiåtgång vid olika driftsfall
 - ventilationsmängden i olika lägenheter, rum och lokaler
 - temperaturfall och flöde i olika delar av distributionssystemet för värme och varmvatten
- Ett mikrodatorbaserat program för registrering av byggnaders effekt- och energibehov jämte felindikering i energidistribution och klimatstyrning
- Bättre instrument och metoder för kontroll av i byggnaden jämnt fördelad luftkomfort
- Anvisningar för beräkning av effekt- och energibehov med hänsyn till
 - transmission
 - luftläckning
 - strålning
 - operativa temperaturen i olika rum
 - byggnaders kapacitet att magasinera värme och utjämna effektbehov
 - fuktens inverkan på material och konstruktioner

Vidare behövs metoder för uppföljning och styrning av t ex värmepumpar samt för optimering av samverkande uppvärmningssystem. Detta ligger dock utanför detta projekt.

5.3 Bostadsförbättringsåtgärder - Förundersökning Förslag till innehåll i handbok

Valet av förbättrings- och energisparåtgärder i en byggnad måste baseras på en god kännedom om det aktuella objektet. Denna kunskap inhämtas genom insamling av data, besiktning och mätningar, beräkningar samt en systemanalys.

För att underlätta för kommunala besiktningsmän och andra bör en handbok utarbetas. Denna bör förutom allmänna råd och kommentarer innehålla de definitioner, metoder, check-listor, blanketter och andra hjälpmedel som behövs. I handboken bör också lämplig besiktningssgång anges.

Handboken föreslås få följande innehåll.

(De olika metoderna och hjälpmedlen kommenteras i bilaga 3.)

A. Förberedelser

Allmänt

Begrepp med definitioner.

Checklista som anger vilka ritningar och annat faktaunderlag, t ex teknisk beskrivning, som skall granskas.

Det bör observeras att ritningar inte alltid stämmer med verkligheten. Ritningar kan kompletteras med utökad okulärbesiktning, uppmätning och fotografering.

Regler och blanketter för redovisning av insamlade data och andra uppgifter.

Blanketterna skall förutom energiförbrukning omfatta skador, periodiskt underhåll, övrig utrustning och renovering. Blanketterna bör inte utformas som rena kryssblanketter.

Fastighets- och driftsdata

Checklistor som anger vilka uppgifter som skall inhämtas från fastighetsägaren, ritning, teknisk beskrivning o d:

byggnaden	byggnadsår antal våningar planform areor konstruktion klimatinverkan radonrisk
installationer	värmeproduktionsanläggning värmedistributionssystem ventilationssystem tappvarmvattensystem

förbruknings- uppgifter	energiförbrukning (olja, el, fjärrvärme) kall- och varmvattenförbrukning taxor
övrigt	gradtimnar + dimensione- rande utetemperatur

Information och samråd

Checklista och råd för information till och former för samråd med berörd personal och hyresgäster såväl före som efter besiktning.

Det är viktigt att facktermer undviks i informationen.

B. Besiktning (intervjuer, okulärbesiktning, mätningar)

Intervju med fastighetsägare och driftspersonal samt genomgång av felanmälningar

Checklista och blanketter för redovisning av personliga intervjuresultat.

Felanmälningar tre till fem år tillbaka i tiden studeras. De senaste fem årens underhåll redovisas. Observera speciella lokaler.

Klimatskärm

Checklistor för okulärbesiktning av klimatskärmen. Regler för bestämning av fönsters och fasaders återstående livslängd.

Tabeller med k-värden för vanliga konstruktioner i småhus och flerbostadshus.

I modernare bebyggelse har i regel minimikraven i då gällande byggnorm följts, varför dessa bör finnas med i handboken. Risken för överskattning av k-värdet - underskattning av isolerförmågan - bör påpekas.

Installationer

Checklistor för okulärbesiktning av byggnadens installationer.

Tvättstugor, torkrum och andra speciella lokaler studeras speciellt.

Ventilationssystem

Metodbeskrivningar för bestämning av temperatur och flöde i ventilationskanaler samt för mätning av flöden i ventilationsdon.

VA-system

Metoder för fastställande av läckage.

Värmesystem (produktion och distribution)

Metodbeskrivningar för

- bestämning av effektbehov
- rökgasanalys
- bestämning av pannverkningsgrad
- mätning av temperatur och flöde i värmedistributions-system
- bestämning av förluster i värmedistributritionssystem

Besiktningen bör utföras av specialister.

Innetemperatur

Metoder för mätning av rumstemperatur inkl fastställande av riktad operativ temperatur.

Luftfuktighet, inne och ute

Metodbeskrivning för mätning av luftfuktighet.

C. Kompletterande besiktningsåtgärder

Anvisningar om behov av kompletterande besiktningsåtgärder och hur representativa lägenheter eller hus väljs ut för stickprovskontroll.

Som grund för analys och åtgärdsförslag samt fastställande av byggnaders energibalans behövs vanligtvis ytterligare information. En bedömning bör därför göras av vilka mätningar e d som ev bör komplettera den grundläggande besiktningen. I serieproducerade småhus och flerbostadshus bör stickprovsvis termografering övervägas. Andra kompletterande åtgärder är intervju med boende, täthetsprovning och spårgasmätning.

Intervju med boende

Checklista och enkätformulär.

Termografering

Metodbeskrivning för enklare och fullständig termografering.

Täthetsprovning

Metodbeskrivning för bestämning av lufttäthet.

Spårgasmätning

Metodbeskrivning.

D. Resultat

Besiktningssprotokoll

Regler och blanketter för redovisning.

Analys

Regler för redovisning av åtgärdsbehov.

Lönsamhetsberäkning

Regler och ingångsdata för beräkningarna.

5.4 Prioritering

FoU-behovet är, som framgår av 5.1 och 5.2, stort och med hänsyn till tillgängliga resurser måste något eller några områden prioriteras. Eftersom vi står inför ett stort behov av upprustning och ombyggnad av vårt byggnadsbestånd anser vi förundersökningar vara det viktigaste området för utveckling. En riktigt utförd förundersökning präglad av den helhetssyn vi tidigare förutsatt, utgör grunden för övriga steg i planerings- och beslutsprocessen vid upprustnings- och energisparprogram och är en förutsättning för rätt sammanvägning av ekonomi och kvalitet i kommande skeden.

Den kunskap som inhämtas om det aktuella objektet genom en noggrann förundersökning skall ligga till grund för valet av upprustnings- och energisparåtgärder. Förundersökningsresultatet skall också ligga till grund för driftsuppföljning i den fortsatta förvaltningen och kunna jämföras med motsvarande data från andra objekt. Det är därför av vikt att olika begrepp, egenskaper och värden är entydigt definierade. För att säkerställa detta måste de hjälpmedel som används vid förundersökningen - begrepp med definitioner, provnings- och beräkningsmetoder samt enhetliga beräkningsförutsättningar - vara väl förankrade i byggbranschen och dokumenterade på ett så entydigt sätt att de olika aktörerna får en rimlig chans till överblick och samverkan.

Eftersom förundersökningen kan ses som något nytt i byggbranschen måste introduktionen av denna liksom hela den processen som presenteras i kapitel 3 ges tillräckliga resurser i form av målgruppsanpassad information och utbildning.

För att uppnå förväntat resultat behövs dels en beräkningsmodell för fastställande av byggnadens energi- och effektbehov, dels en handbok för förundersökningar vid bostadsförbättringsprojekt. Dessa arbetsuppgifter bör ges högsta prioritet.

Handboken bör omfatta såväl energi- som varsamma ombyggnadsåtgärder och underhåll samt skador t ex p g a fukt. Den skall förutom provnings- och beräkningsmetoder samt tekniska och administrativa hjälpmedel, innehålla förslag till besiktningsgång samt råd och anvisningar som kan vara till nytta vid förundersökningen. Ett förslag till innehåll i en sådan handbok ges i 5.3.

Näst högsta prioritet bör ges åt de kontrollmetoder som behövs i senare skeden i processen. För att få en god koppling mellan de olika skedena bör så långt möjligt samma metoder användas vid förundersökning som t ex vid kontroll i samband med åtgärder, överlämnande och förvaltning. Detta bör beaktas redan vid utveckling och dokumentering av diagnoshjälpmedlen.

Samma prioriteringsnivå föreslår vi ges åt skedena överlämnande och förvaltning. För rationell drift behövs bättre skötsel- och driftsinstruktioner. Som underlag för driften och för kommande åtgärder behövs också tillgång till löpande information om fastighetens driftsresultat och tidigare vidtagna åtgärder. Informationen bör hållas aktuell i en "fastighetspärm". Rekommendation betr innehållet i sådana pärmar, för såväl småhus som flerbostadshus, kan baseras på pågående utvecklingsarbete. Vidare bör studeras, vilka metoder och hjälpmedel av generell natur som bör tas fram och vilket underlag som finns tillgängligt. Hur informationen skall dokumenteras och spridas till aktuella mottagare bör tas i beaktande.

Det område som enligt vår uppfattning bör komma i tredje hand är speciella hjälpmedel för program- och projekteringsarbete vid upprustnings- och energisparprogram. Här bör vi först avvakta i vilken riktning CAD-utvecklingen går och hur föreslagna diagnos- och provningsmetoder påverkar planering, upphandling och genomförande, innan man ser över arbetsformer och hjälpmedel för redovisning av kvalitetskrav och kontrollplaner i program- och projekteringskedet.

6 PROGRAM FÖR GENOMFÖRANDE

I föreliggande inventerings- och programarbete avseende diagnos- och kontrollmetoder för minskad energianvändning i befintlig bebyggelse har vi konstaterat att besiktningshjälpmedel jämte provnings- och analysmetoder måste behandlas som en sammanhängande helhet vid kvalitetsstyrning i både planering, byggande och förvaltning.

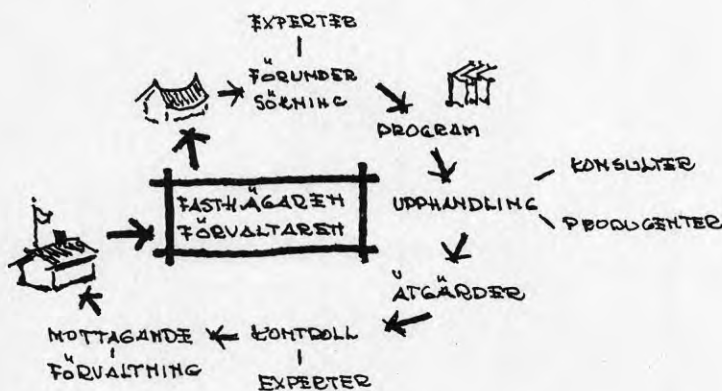
Detta angreppssätt ställer visserligen större krav på metodernas allmängiltighet och stringens och på resurser och planeringsinsatser vid genomförandet, men ger enligt referensgruppens bedömning påtagliga integrationsvinster mellan olika skeden i processen. Samtidigt går förankringen hos branschens olika parter och aktörer snabbare, genom att kommunikation och samverkan över "skrågränserna" underlättas.

6.1 Målgrupper

De viktigaste avnämarna till enkla och tillförlitliga fältmetoder för diagnos- och kontrollinsatser vid genomförande av energisparinsatser är följande.

6.1.1

Fastighetsägaren/byggherren som för att utöva rollen som förste kravställare och huvudansvarig



Figur 4.

- måste få en bättre förståelse för och kännedom om fastigheternas kvalitet - problem och möjligheter - före beslut om åtgärder
- måste precisera funktionskrav, livslängd och önskvärda driftsegenskaper med angivande av objektiva kontroll- och mätmetoder vid upphandling och genomförande

- måste organisera en effektivare kvalitetsuppföljning i genomförande- och förvaltningsskedet med koncentration på viktiga myndighetsföreskrifter och för fastighets-ekonomi väsentliga och mätbara funktions- och driftsegenskaper
- behöver utvecklade procedurer och hjälpmedel för information och samverkan med personal och hyresgäster.
- behöver hjälpmedel för att kommunicera med anlidade konsulter och entreprenörer samt myndigheter och andra specialister

6.1.2

Projektörer/konsulter som resurs för både byggherrar och producenter

- behöver metoder och hjälpmedel för att utföra och redovisa entydiga diagnoser som underlag för åtgärdsplanering och detaljprojektering
- behöver kravspecifikationer, som tar hänsyn till både teknik och ekonomi, för objektiv utformning av bygghandling och som utvärderingshjälpmedel av alternativa lösningar
- behöver metoder och hjälpmedel för att utforma bygghandlingar med koncentration på "kritiska" snitt jämte program- och metodanvisningar för kvalitetskontroll (kontrollplaner) - viktiga, men idag eftersatta delar av bygghandlingar och förfrågningsunderlag
- behöver bättre hjälpmedel för att i samverkan med producenter och systemleverantörer utforma informations- och instruktionspaket om skötsel, underhåll och driftsstatistik till berörd driftspersonal och hyresgäster.

6.1.3

Entreprenörer/producenter som har att möta byggherrens anbudsförfrågan och beställning med garanterade funktions- och utförandekvaliteter jämte driftsgarantier och service

- behöver bättre programhandlingar med preciserade kravspecifikationer på mätbara funktioner, driftsprestanda och begärda garantiutfästelser för att målinrikta sin marknadsföring och produktutveckling och sitt objektvisa offertarbete
- behöver bättre och enklare procedurer och tekniska och administrativa hjälpmedel för att med större inslag av förebyggande egenkontroll klara sitt leveransansvar mot byggherren och sitt ansvar, t ex som ansvarig arbetsledare mot myndigheter.

6.1.4

Myndigheter som har att utforma övergripande föreskrifter på tillförlitliga och resurssnåla funktioner med minimikrav ifråga om säkerhet och miljökomfort

- behöver bättre provnings- och beräkningsmetoder för att målinrikta byggbestämmelserna mot färre men väsentliga funktionskrav
- behöver effektivare och samordnade procedurer och hjälpmedel för att utöva myndighetstillsyn
- behöver hjälpmedel för rådgivning och service.

Föreskrifternas efterlevnad kan då bättre säkras dels genom rationell granskning och genomgång av välstrukturerade diagnoser, kontrollplaner och bygghandlingar, dels genom krav på samordnad överblickbar redovisning av besiktning- och provningsresultat efter åtgärder från byggherren och dennes producenter.

6.1.5

Finansiärer och försäkringsbolag har fått ett ökat intresse för en kvalitetsutveckling i byggande och förvaltning som

- bidrar till att minska byggsador och inflationsberoende drifts- och underhållskostnader som urholkar fastigheternas avkastningsvärde och därmed minskar pantvärdet
- bidrar till att minska riskerna för brand, vattenskador och problemen med oklara ansvarsförhållanden vid konsultförsäkringar och entreprenadgarantier.

6.1.6

Boende som vid samråd med hyresvärdar eller i egenskap av egnahemsägare ska kunna bedöma kostnader och komfortfrågor.

6.2 Uppläggnings och resurser

Det fortsatta arbetet förutsätter, för att snabbt ge resultat, en samordnad utvärdering och omprioritering av pågående FoU-verksamhet inom områdena besiktning, provning och kvalitetsstyrning i byggande och förvaltning.

En stram och mera målinriktad koncentration av våra begränsade resurser accentueras ytterligare av den pågående snabba omorienteringen från traditionellt nybyggande i långa serier till kvalitativ upprustning av befintlig bebyggelse inkluderande skötsel och drift.

Renoverings- och ombyggnadssektorns samt driftsfrågornas handläggning förutsätter en allmän höjning av ambitionsnivå och kompetens hos alla parter och aktörer. Här kan bättre systematik och metoder för kvalitets- och ekonomistyrning främja kunskapsutveckling och öka incitamentet till välavvägd kvalitet vid bostadsförbättrings- och energisparåtgärder.

6.2.1 Angreppssätt

Om man vill få igång en bred utveckling mot effektivare bostadsförbättrings- och energisparåtgärder måste man snabbt få fram den basnivå av enhetliga procedurer, begrepp och enkla men tillförlitliga metoder och hjälpmedel, som alla parter i byggprocessen efterlyser. - En uppsortering av ansvar i processen blir den plattform, som är nödvändig för att branschen skall kunna gå vidare mot säkrare styrning av funktion och drift.

Ett förslag till handbok för förundersökning (se 5.3) bör tas fram och testas i full skala i några olika energisparprojekt. Innan handbokens anvisningar, metoder och hjälpmedel kan accepteras som ett branschgemensamt hjälpmedel bör de utvärderas i seminarier.

Den kombinerade utvärderings- och förankringsprocessen kommer sannolikt också att ge vägledning för prioritering av nya utvecklingsbehov och forskningsinsatser. På detta sätt kan förhoppningsvis en naturlig utvecklingsprocess stödjas och uppmuntras med chans till kontinuerlig feedback och anpassning till nya krav i bygg- och förvaltningssystemet.

6.2.2 Resurser

För att nå snabba och tillförlitliga resultat på det energitekniska området måste i det första steget befintlig kompetens målmedvetet utnyttjas. - Såväl praktiker som forskare på området måste här engageras i en organiserad samverkan för att uppnå bästa möjliga basnivå för procedurer, metoder och hjälpmedel.

Som förberedelse för tillämpning av förundersökningspaketet och fortsatt allsidig kvalitetsutveckling krävs att företag och forskningsinstitutioner satsar på detta område. Forskare som sysslar med tillämplad forskning måste ges extra stimulans. Statusen på "kvalitetstekniker" av olika slag måste höjas. Någon form av auktorisation av kvalitetstekniker - speciellt besiktningsförrättare - borde övervägas, jfr kompetensbevis för ansvarig arbetsledare.

Myndigheternas planerande och verkställande organ behöver se över sina roller, organisationsformer och individuella kompetens för att på rätt sätt kunna medverka i den skisserade utvecklingen.

Andra viktiga resurser, som bör utnyttjas för insatser inom bostadsförbättringsområdet är organ som sysslar med branschgemensamma hjälpmedel, utbildning och information.

Rollfördelning och principer för samordning av de alltid knappa resurserna behandlas närmare i avsnitt 6.3.

Det föreslagna utvecklingsprogrammet bör ligga väl till för tilldelning av medel från BFR och STU både med hänsyn till samhällets satsning på bostadsförbättringsåtgärder och energihushållning. Bankernas utvecklingsstiftelser och försäkringsbolagen borde ha ett egenintresse att finansiellt stödja delar av detta utvecklingsprogram. Olika branschorgan och företagen själva borde också ha intresse av att i samverkan med instrumenttillverkare och provningsinstitutioner utveckla metoder för kvalitetsstyrning i byggande och drift.

6.2.3 Teknikupphandling

En utvecklingsmetod, som har gett snabba resultat i andra branscher, är teknikupphandling. Syftet med en teknikupphandling är att genom preciserade krav söka önskad funktion genom ett upphandlingsförfarande i kontrollerade steg från prototyptest och försöksserier till leverans i full skala med skötselinstruktioner och service. Kalibrering och funktionskontroll av instrument samt utbildning för rätt metodanvändning bör i detta fall särskilt poängteras.

En viktig förutsättning för att få ett engagemang från branschens bästa systemleverantörer och tillverkare är att man vid framgång i utvecklingsarbete och fullskaleprov kan utlova en tillräckligt intressant leveransvolym - helst under en längre tid och med chans till fortsatt utvecklingsamverkan.

Erfarenheterna från upphandlingsprojekt i andra branscher bör tas tillvara. Av särskilt intresse att studera och närmare utveckla är formerna för utvärdering av olika förslag till lösningar och den avtalsjuridiska regleringen av upphovsmanna- och patenträtt, nyttjanderätt, idestöld etc.

STU har fått särskilda utvecklingsanslag för att stödja försök med teknikupphandling, som bör kunna utnyttjas av byggbranschen för att nå en snabbare utveckling på det mättekniska området.

6.2.4 Information och utbildning

Grundförutsättningen för att få till stånd ett mera systematiskt arbetssätt vid planering och genomförande av upprustnings- och energisparprogram är att fastighetsägaren/byggherren klart inser vad som står att vinna i form av lägre årskostnader genom effektivare kvalitetsstyrning av funktioner och driftsegenskaper. Ett resolut kravställande från byggherrens sida påverkar utvecklingen och styr på ett naturligt sätt övriga parter i processen.

Utvecklingsprogrammets olika delprojekt måste därför samordnas med utbildningsaktiviteter för att föra ut nya kunskaper och ge möjlighet till kompetenshöjning hos parterna. Utbildningen bör helst kopplas till praktisk träning i förvaltningsföretagens upprustnings- och energisparprogram. En varvad teoretisk utbildning och praktisk tillämpning ger den bästa inläringen.

Välplanerade informations- och utbildningsprogram för att omorientera olika personalkategorier i bygg- och fastighetsbranschen från nyproduktion till rationella former för upprustning, energisparande och förvaltning kan också aktivt bidra till att förhindra onödigt arbetslöshet och resursslöseri.

Uppgiften är dock tids- och resurskrävande. Det handlar i grunden om att omskola en hel bransch från kvantitativa mål i byggskedet till kvalitativa mål och resurshushållning i förvaltningskedet. Därför är det särskilt viktigt att chefspersonal och beslutsfattare hos företag och myndigheter engageras i förändringsprocessen.

Erfarenheterna från andra kvalitetsutvecklingsprogram, understryker behovet av att börja i toppen på hierarkin om man vill nå bestående resultat.

6.3 Rollfördelning - organisation

För att nå framgång vid genomförandet av vårt i kapitel 5 skisserade utvecklingsprogram krävs en förankrings- och samordningsfunktion som

- kontinuerligt planerar, prioriterar och initierar lämpliga utvecklingssteg och delprojekt inom ramen för ett totalprogram
- förhandlar med parter och intressenter om aktiv medverkan i och finansiering av olika delprojekt
- konsekvent bevakar de olika delprojektens program och genomförande så att uppställda delmål klaras och till helheten anpassade dellösningar erhålls
- samordnar förankring och introduktion av färdiga metoder, hjälpmedel och anvisningar

Med BFR som programansvarig för FoU-området och SP som specialansvarig för provningsmetodik och mätutrustning blir det naturligt att i första hand se över möjligheterna till aktiva insatser från övriga intressenter.

På metodutvecklingsidan och vid uppläggning och utvärdering av försöksprojekt bör i första hand de tekniska högskolorna och SIB medverka.

På utbildnings- och informationssidan har Bygginfo en etablerad plattform bl a genom EPD^x)-verksamheten. Organ för vidareutbildning - SBR, SIFU, STF m fl - och för basutbildning - gymnasier och högskolor - måste också medverka genom en omorientering och komplettering av sina utbildningsprogram för olika målgrupper.

BSTs roll är att medverka i utveckling och förankring av svensk och internationell byggstandard.

Fastighetsägare/byggherrar måste ställa olika typer av försöksobjekt till förfogande och aktivt medverka i utvärdering och komplettering av föreslagna procedurer, metoder och hjälpmedel.

Projektörer och besiktningsförrättare måste engageras i tillämpning och utvärdering av föreslagna diagnos- och kontrollmetoder samt utveckling av hjälpmedel för skötsel- och driftsinstruktioner, provdrift etc.

Entreprenörer och systemleverantörer måste aktivt medverka i försöksobjekten med tillämpning av förebyggande kontroll som en del i upphandlingsförfarande, produktionsplanering och produktion.

Myndigheterna måste medverka dels med dispenser och utvärdering av metoder och hjälpmedel i de försöksobjekt och fullskaleprov som krävs inom utvecklingsprogrammets ram, dels genom anpassning av föreskrifter och normer till objektiva mät- och provningsmetoder och dels genom utveckling av förenklad men effektivare myndighetstillsyn i takt med att kompetens och samordnade hjälpmedel utvecklas.

Nedan visas en tänkbar ansvars- och rollfördelning för planering och genomförande av utvecklingsprogrammet.

Programansvar FoU: BFR					
Metod- utveckl	Stan- dard	Krav	Lån Bidrag	Utbildning	Resurs- uppbyggnad
SP	BST	PLV	BOS	Kurs- arrangörer	Konsulter
SIB Hög- skolor Bran- schen		Byggn- nämnder	Länsbostads- nämnder	Branschen	Förvaltare Byggare

I arbetet förutsätts förankring hos och samarbete med byggbranschens parter och övriga intressenter.

x) EPD = energiriiktad prototyp- och demonstrationsverksamhet

6.4 Tidplan

Målsättningen bör vara att nå en väsentlig höjning av ambitionsnivå, kompetens, metodprecision etc vid genomförande av bostadsförbättrings- och energisparåtgärder under 80-talet. Detta förutsätter en kraftfull organisatorisk och finansiell uppbackning och ett resolut första steg.

En första plattform för bättre samverkan och kommunikation över "skrågränserna" torde kräva 3-4 år för att nå en bred etablering i branschen. Detta första steg, som har avgörande betydelse för den fortsatta utvecklingen, skulle innefatta

- försöksutgåva av handbok för förundersökningar
- fullskaleprov med utvärdering
- anpassning av normer, standard och branschregler
- förankring genom utbildning och info

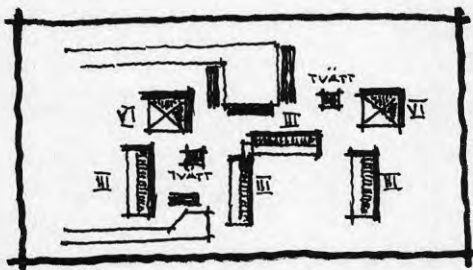
Tveksamhet och motstånd från olika partsintressen kan med slarvig introduktion av utvecklingsområdet ytterligare fördröja processen.

Bilaga 1

BOSTADSFÖRBÄTTRINGSPROJEKT - PRAKTIKFALL

M Andersson, B Axén, C-E Lund, Y Öberg

I detta praktikfall från ett bostadsområde i övre Norrland vill vi försöka åskådliggöra processen enligt kapitel 3. Genom exemplet hoppas vi också kunna verifiera bärkraften i vårt resonemang.



Objektet som byggdes 1955, innehåller 310 lägenheter fördelade på fyra kvartersgrupper. Varje kvartersgrupp innehåller ett 6-våningshus och tre 3-våningshus. Husen är uppförda i betong. Fastigheterna är anslutna till fjärrvärme. Lägenhetsstandarden är modern.

Så här gick det till

Ett upprustnings- och energisparprogram planeras innefattande inre och yttre underhåll samt energisparåtgärder. Byggherren vill pröva modellen för planering och beslut i kontrollerade steg enligt kapitel 3.

Intervjuer, okulärbesiktning och mätningar delas upp i två steg. Först en översiktlig kartläggning och därefter en mera selektiv och fördjupad besiktning och genomgång av särskilt viktiga områden.

Steg 1 - Översiktlig besiktning

Underlaget utgörs av

- översiktlig kommunal energibesiktning
- fastighets- och driftsdata
- genomgång med driftspersonal kombinerad med en diskussion och tolkning av resultatet av en hyresgästenkät och felanmälningar
- genomgång av konstruktionshandlingar jämte beräkningar av k-värden i väggar, fönster och bjälklag

Kommentarer

Ett bättre informationsmaterial för att introducera det nya arbetssättet skulle väsentligen ha underlättat "införsäljningen" av uppläggningsen.

Förbättrad metodik och hjälpmedel behövs.

Ritningsunderlaget var bristfälligt varför k-värdet för vissa konstruktioner fick uppskattas.

Slutsatserna blir:

Vindsbjälklaget i punkthusen har ett k-värde på $0,6 \text{ W (m}^2 \cdot \text{ }^\circ\text{C)}$ beräknat enligt SBN och i låghusen $0,3$, som försämras till i genomsnitt ca $0,4 \text{ p g a}$ köldbryggor och tunnare isolering $0,8 \text{ m}$ in från bjälklagskanten. Hyresgästerna klagar på "drag" i översta våningen. Vid den kommunala energibesiktningen mättes ytttemperaturen vintertid till $9-11 \text{ }^\circ\text{C}$ i takvinkeln mellan vindsbjälklag och yttervägg.

Ytterväggarna har ett beräknat k-värde på $0,5$. Fasadputsens är i mycket dåligt skick.

Fönstren är 2-glas - k-värde $2,8$ - med stora glasytor i vardagsrum. De har eftersatt underhåll och dåliga tätningslister. Hyresgästerna klagar ofta på drag vintertid och man har därför varit tvungen att öka värmeförseln för att kompensera detta.

VVS-installationer:

Fastigheten är ansluten till fjärrvärme med försörjning via fyra undercentraler, en för varje kvartersgrupp. Värmedistributionsanläggningen - både i undercentraler och radiatorkretsar - är överdimensionerad och med högt pumptryck $10-12 \text{ m Vp}$. Temperaturfallet i radiatorkretsen har av den kommunala energibesiktningssmannen vintertid uppmätts till $3-6 \text{ }^\circ\text{C}$ i en kvartersgrupp och $5-9 \text{ }^\circ\text{C}$ i de tre övriga. Rumstemperaturen har en spridning på $22-25 \text{ }^\circ\text{C}$ vintertid.

Ventilationsanläggningen är utformad för mekanisk frånluft. Fläktarna är dock nedmonterade i låghusen, som ventileras med självdreg. Hyresgästerna klagar på dålig ventilation, framförallt höst och vår. Man måste vädra ofta. På sommaren har man alltid för varmt och måste därför vädra mycket.

Stammarna i värme- och vattensystemet har haft läckage på ett antal ställen.

Kommentarer

För att säkerställa omfattning och lokalisering av ev luftläckage borde stickprovskontroll göras i några lägenheter med hjälp av värmekamera eller termoanemometer. Risk för fuktskador vid utläckning!

Orsaken till varför fasadputsens är dålig borde utredas. Risk för frostsprängning p g a invändig diffusion (konvektion)!

Luftläckage i fog mellan karm och vägg (samt ev karm-båge) bör kontrolleras med värmekamera eller termoanemometer.

Vid vilken utetemperatur?

Underhållsbehov och övriga skador

Sophanteringen med sopnischer i låg-
hus och otillgängliga soprum i punkt-
husen är inte normenliga. Sophämt-
ningskostnaderna är mycket höga och
risk för föreläggande om åtgärder
från kommunen föreligger. De kommu-
nala energibesiktningsmännen har no-
terat ett antal fasad- och byggska-
dor bl a vid balkongplattor. Fukt-
skador vid takfot, i trapphus och i
källarvåningarna, måste närmare un-
dersökas.

Analysen av befintliga fastighets-
och driftsdata visar på relativt
höga värmeförbrukningstal med viss
spridning, vars orsaker närmare mås-
te undersökas. Endast en kvarters-
grupp har normal vattenförbrukning.
Orsakerna måste analyseras.

Balkongbesiktning borde göras av
specialutbildad besiktningsman.

Här finns ett akut behov av blan-
ketter för redovisning av fastig-
hets- och driftsdata för bostads-
förbättringsprogram.

Steg 2 - Kompletterande besiktning

Den översiktliga besiktningen har
gett en grov uppfattning om husens
brister. För att få ett beslutsun-
derlag för planering och upphandling
av åtgärder måste ett antal viktiga
områden närmare undersökas. Den
fördjupade besiktningen utförs av
besiktningsmän med kompetens på bygg
och installation. Hjälpmedlen består
av checklistor, blanketter och mät-
instrument. Se bilaga 1 a.

Genom den kompletterande besiktningen
kan en såväl kvalitativ som kvanti-
tativ bedömning av bristerna göras
ur såväl teknisk som ekonomisk syn-
vinkel. Hjälpmedlen enligt bilaga 1 a
borde utvecklas.

Klimatskärmen besiktigas betr vinds-
isoleringens utförande samt fönster-
snickeriernas beskaftenhet, under-
hållsbehov och återstående livs-
längd. Vid okulärbesiktning på vin-
den kontrolleras

För att kontrollera orsakerna till
ev fuktskador bör tätheten i kon-
struktionen undersökas med hjälp av
värmekamera och/eller termoane-
mometer

- isoleringens verkliga tjocklek
och arbetsutförande
- rör och ventilationskanalers ge-
nomföringar
- fuktskador på takstolar
- takfot
- möjlighet till tilläggsisolering

Kommentarer

Takbeläggningar kontrolleras med hänsyn till funktion och skador. Speciell kontroll görs vid genomföringar, rännदार, dagvattenbrunnar m m. Takbeläggningsens återstående livslängd bedöms.

Värmesystemet undersöks betr funktion och drift samt ingående apparaters och mätinstruments funktion, status och lämplighet för uppgiften. Vidare kontrolleras rörs och ventilers kondition och möjlighet till inreglering och styrning, radiatorers kondition, storlek och placering liksom värmekulvertarnas kondition och isolerutförande.

Ventilationssystemet undersöks betr systemets utformning, funktion och drift samt ingående apparaters och mätinstruments funktion, status och lämplighet. Vidare kontrolleras kanaler, spjälls och dons kondition samt möjlighet till inreglering och bortförande av luftföroreningar.

Lägenheternas termiska komfort kontrolleras genom mätning av rumstemperaturer, luftomsättning, kallras vintertid, drag samt fastställande av den riktade operativa temperaturen.

Vattenledningarna kontrolleras betr systemets utformning, funktion och drift samt pumpars, mätinstruments och reglerutrustnings funktion, status och lämplighet. Vidare kontrolleras vattenförbrukningen (även nat-tetid) genom mätning, läckagesökning och ev test av vattenmätarna. Stamledningarnas kondition och återstående livslängd fastställs.

Byggskador och behovet av underhåll bedöms genom ökulärbesiktning och analys av underhållsplanen. Omfattningen bedöms med hjälp av uppmätning och analys av skadeorsaker.

Övriga ombyggnadsbehov bedöms genom att tillsammans med förvaltningen noggrant analysera behovet av bättre transportvägar, garage, tvättstugor, gemensamhetslokaler etc.

Måste taket läggas om även med hänsyn till ev tilläggsisolering?

Viktigt är

- att följa upp felanmälningar och de tre senaste årens reparationer
- att konstatera och lokalisera läckage
- att bestämma ålder alt återstående livslängd
- att komplettera tidigare energibesiktning i vad avser temperatur i rum och ledningar, energiförbrukning och ev vidtagna åtgärder
- att kontrollera isolering av rör och ventiler

Viktigt är

- att mäta luftflöden
- att kontrollera kanalers isolering i kalla utrymmen
- att tryckprova kanalsystemet
- att följa upp felanmälningar och de senaste tre årens reparationer

Kommentarer

Sammanfattningen görs i samverkan med fastighetsbolagets ledning för att väga in förvaltningssynpunkter:

- beskrivning av kondition och driftsprestanda med redovisning av bristerna, deras orsak och åtgärdsbehov
- energistatistik för resp byggnadstyp fördelad över årets månader. Se exempel i bilaga 1 b
- bedömning av sparpotential ifråga om drift, energi, underhåll och skötsel jämte förändrat hyresvärde för olika åtgärdspaket
- grov bedömning av finansieringslösningar och fastighetsekonomi för olika åtgärdspaket
- alternativa lösningar på övriga problem såsom tolkning av normer och möjligheter till dispenser, kvarboende alternativt evakuering, energiverkets policy och inflytande på t ex installation av värmepumpar för återvinning i punkthusen

Vid diagnosen har brister i utrustning och hjälpmedel konstaterats.

Program

Alternativa åtgärdspaket utvärderas med hänsyn till teknik, ekonomi, driftsegenskaper och normkrav.

I programfasen är det lättare att med en lämplig arbetsmetodik få överblick och för olika parter, inkl hyresgästerna, ta ställning till alternativa kombinationer av åtgärder.

- reparation av takfot och tilläggsisolering av vindsbjälklag
- ny fasadputs på utvändig tilläggsisolering med nya hängrännor, stuprör och plåtbeklädnader
- fönsterupprustning, tätning och tilläggsisolering alternativt byte till nya fönster
- byte av vertikala rörstammar och upprustning av badrum och vattenbesparande åtgärder - om möjligt med kvarboende
- upprustning av ventilationssystemet och inreglering av behovsanpassade flöden

Vid diagnosen konstaterades fukt-skador vid takfoten.

Fogtätning kring fönsterpartier! En tredje glasruta kan monteras på befintlig båge.

Tätningståtgärder bör företas före inreglering av ventilationssystemet.

- installation av värmepumpbaserad återvinning av ventilationsluften i punkthusen
- tilläggsisolering av bottenbjälklag och sänkning av temperaturen från 18-21 ° C till ca 12 ° C i källarvåning
- upprustning av undercentraler, injustering av värmeanläggning till lägre flöden och högre temperaturfall
- reparation av byggskador, perlo-diskt underhåll av lägenheter och övriga lokaler

Isoler- och täthetsåtgärder vidtas först, sedan kan behovet av värmeåtervinning bedömas.

Flera metoder för injustering av värmeanläggningar finns och borde utvärderas.

Åtgärdsförslaget utvärderas och kompletteras efter samråd med hyresgäster, personal och myndigheter med hänsyn till långsiktig fastighetsekonomi, hyreskonsekvenser och funktion.

Blankett för redovisning av sparåtgärder bör utvecklas. Se exempel i bilaga 1 c.

Åtgärdena måste bedömas ur såväl teknisk som ekonomisk synpunkt samt drift. Val av kalkylränta kan starkt påverka lönsamhetskalkylen.

Man kommer fram till följande:

- tilläggsisolering av ytterväggarna inkl ny fasadputs
- tilläggsisolering av vindsbjälklag och reparation av takfot med hänsyn till konstaterade fuktskador
- tilläggsisolering av bottenbjälklag
- upprustning och tilläggsinslagning av fönster och balkongdörrar (alla fönster förses med utvändigt luftande plåtbeklädnad i karm- och bågbottnestycke)
- injustering av värmeanläggning
- temperatursänkning (som tidigare av komfortskäl måste stoppa vid i genomsnitt 21 ° C p g a kalla golv i bottenbjälklag och kallras) till rekommenderade 20 ° C på dagen och 19 ° C på natten i lägenheterna samt 5-10 ° C i garage och 12 ° C i källarvåning förutom tvättstugor och hobbyrum

Fasaderna måste putsas om p g a skador. I samband med putsning kan tilläggsisolering bli lönsam på lång sikt. I samband med detta kompletteras tätningar kring genomföringar och anslutningar för att förhindra fuktskador. Luftning vid takfot kontrolleras.

Speciella åtgärder måste vidtas där allvarliga rötskador finns.

- inreglering av ventilationssystemet som rensas och förses med nya ventiler, galler etc samt tillluftsdon i vissa rum
- åtgärdande av byggsador och periodiskt underhåll som samordnas med övriga åtgärder

Stambyte med upprustning av badrum måste kompletteras och tidplaneras efter ytterligare samråd med hyresgäster om kvalitetsnivå, hyresvärde, medverkan vid ombyggnad etc samt utvärdering av anbudsförslag med alternativa kvaliteter/priser.

Projektering

Det sålunda fastställda åtgärdsprogrammet innehåller öppna alternativ. Mot bakgrund av programmet upprättas systemhandlingar med detaljlösningar för "kritiska snitt". Detta är viktigt för att säkra önskad kvalitet. Förfrågningsunderlag med funktionsvisa kravspecifikationer för upphandling upprättas samt underlag för låneansökan och ev byggnadslov.

Åtgärderna upphandlas enligt ABT 74 med funktionsansvar och med till fem år utökad funktionsgaranti för fönsterupprustningen. Entreprenören svarar i eget intresse för kontroll av materialkomponenter och arbetsutförande för att minska sitt risktagande vid garantiutfästelser. Byggherren fokuserar sin kontroll på funktionskvaliteterna.

Med en väl avvägd ansvarsfördelning underlättas byggherrens roll, projektörens utformning av förfrågningshandlingar och kontrollplaner samt entreprenörens egenkontroll av egna och underentreprenörers leveranser.

De olika åtgärdspaketen kan upphandlas antingen var för sig eller i större samordnade ombyggnadsentreprenader beroende på resurser och kompetens hos byggherre och entreprenör.

Funktionskrav - funktionsgarantier ställs på för byggnaden väsentliga egenskaper och anpassas till mätbarhet.

Överlämnande och förvaltning

I anslutning till överlämnandefasens normala aktiviteter slutjusteras värmeanläggningen för det lägre värmebehovet. Personal och hyresgäster får information om åtgärdernas syfte och konsekvenser med hänsyn till hyror, underhållsrutiner etc. Driftspersonalen ges kompletterande utbildning.

Rutiner och hjälpmedel för överlämnandet samt för förvaltningen borde utvecklas.

I förvaltningsskedet är avsikten att resultatet skall följas upp dels med hänsyn till energispareffekt och klimatkomfort och dels med hänsyn till livslängd och kommande underhåll.

Rutiner för periodiskt återkommande funktionskontroll borde utvecklas.

Bilaga 1 a

HJÄLPMEDEL VID ENERGIDIAGNOS

Förutom egna blanketter och checklistor har besiktningsmännen använt följande mätutrustning och metoder för att registrera olika poster i energibalansen.

Mätinstrument

Digital termometer med mätsond för luft/vätska och ytor

Rökpistol

Termoanemometer

Termoanemometer + mätstos

Manometer

Fotoutrustning

Fotoutrustning + automatisk tidsstyrning
Vattenmätaren fotograferas

Värmemängdsmätaren fotograferas

Elektrisk fuktkvotsmätare

Hygrometer

Värmekamera

Användningsområde

För mätning av momentana luft- och yttemperaturer i lägenheter, källare, trapphus och andra utrymmen. Temperaturen på varmvatt-net. Fram- och returledningstemperaturer i undercentraler och lägenheter.

Konstatera luftrörelser och luftläckage

Mätning av momentana luft-hastigheter

Mätning av momentana ventilationsflöden

Mätning av tryckskillnad över klimatskärmen

Dokumentation med fotografier

Mäter vattenförbrukning timvis eller dygnsvis. Visar vattenläckage om nattförbrukningen registreras varje kvart under några nätter.

Registrerar värmemängdsförbrukningen
Beräkningar på medeleffekten för perioden utförs.

Mätning av fukthalten i träkonstruktioner exv karm-bottenstycken för att konstatera ev risk för förruttelse, mögelbildning etc

Mätning av temperatur och luftfuktighet

Stickprovskontroll av isoler- och täthetsfunktion samt fukt hos byggnadsdelar

OMRADE: X

ENERGISTATISTIK

1982 - 83 April

Undercentral 1

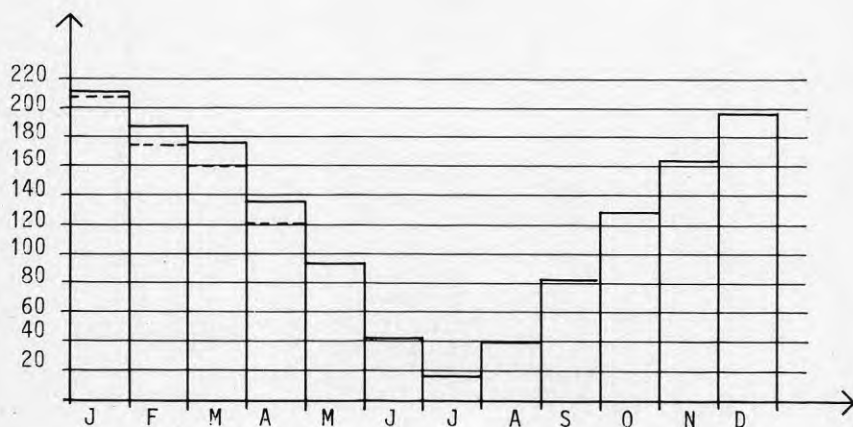
Adress: Vägenvägen 5

Totalt antal lägenheter: 70

BRA: 4.481 m²Kommentarer:

Energisparinsatser termostatventiler + injustering under februari

Mån.	verkl kWh	Förbrukn föreg år	Kvot Grddag	Förbrukn korr kWh	Förbrukn korr föreg år	Diff %
Jan	215	224	1,03	209	211	- 1
Feb	185	155	1,06	175	188	- 7
Mar	162	156	1,01	160	177	-10
Apr	119	124	0,98	121	136	-11
Maj		91			94	
Jun		61			41	
Jul		11			18	
Aug		29			40	
Sep		85			81	
Okt		122			129	
Nov		157			164	
Dec		188			196	
Acc		1403			1478	



Antal lgh	310 st, yta BRA 18.307 m ²	Investering		Finansiering		Besparing		energi		
		Tot kr	kr/m ²	E-lån tkr	Topplån	Tot kr	kr/m ²		Tot MWh	kWh/m ²
I ÅTGÄRDER										
Tätningpaketet inkl 0,5° C temp sänkn										
3:e glasning inkl 1° C temp sänkn										
Vindsisolering										
Inreglering lägenheter => 21,5° C										
Inreglering källarutr/garage=> 12° C/10° C										
Inreglering ventilationssystem										
Nattavstängning värmesystemet 30 % tid										
Vattenbesparing m ³ + energi										
Summa enklare åtgärder										
RESULTAT:										
Förbrukning: energi före åtgärder										
vatten										
efter åtgärder E										
V										
Summa besparing I+II energi										
E										
V										
Förbrukning efter I+II energi										
E										
V										
II ÅTGÄRDER										
Frånluftsvärmepump för tapp- varmvattenproduktion										

BYGGNADERS ENERGIOMSÄTTNING
- ENERGIUTBYTE MED OMGIVNINGEN

Systematisering, begrepp och definitioner

P O Nylund

Dagens debatt angående energisparande i byggnader har många gånger bristande anknytning till verkligheten. Likaså är grunden för den mer spektakulära* energisparverksamheten tämligen bräcklig. Uppgifter om energispareffekter för en del åtgärder/system är mer obekräftade utsagor än faktiska besparingar. En bidragande orsak till situationen är den oklarhet som råder när det gäller begrepps bilden, en oklarhet som gör att debatten många gånger inte "tar tag i verkligheten". Vi talar om energiförbrukning, energibehov, energistatus, energidiagnos, energistatistik etc utan begreppsmässiga definitioner av orden.

Bakgrund och tidigare synsätt

I den energisparverksamhet som är kopplad till fastighetsdriften redovisas ofta energiförbrukning för värme och varmvatten och anges vanligen i liter olja per kvadratmeter lägenhetsyta. Detta är en praktisk och tillräcklig måttstock för att en förvaltare skall få en uppfattning om effekten av injustering och reglering av värmen för enskilda objekt.

Helt invändningsfri är den emellertid inte. Risker finns för att man med snålt tilltagen värmeförsörjning tvingar fram en ökad förbrukning av hushålls elektricitet, som inte tas med i den på detta sätt angivna förbrukningen. Man löper risken att de boende skaffar strålningselement eller använder ugnen med öppen lucka som värmekälla. Resultatet kan bli en prydlig besparingsstatistik för förvaltningsföretaget som emellertid delvis bekostas av hyresgästerna via deras elräkningar.

* Order spektakulär används här för att markera en avgränsning mot den redan fungerande energisparverksamhet som på många håll ingår i fastighetsdriften och som visat sig ge faktisk väsentligt spareffekt.

Vidare uppstår svårigheter när man vill jämföra förbrukningen för olika byggnader. Olika form och utförande innebär skilda förutsättningar. Vill man dessutom jämföra förbrukningsvärden mellan olika förvaltningar tillkommer den osäkerhet som ligger i att lägenhetsytan beräknas på olika sätt.

Med reservation för detta kan den nämnda måttstocken vara tillfredsställande när det gäller att ange effekt av åtgärder i uppvärmningssystem - en verksamhet där man till låga kostnader kan åstadkomma väsentliga energibesparingar.

Olyckligtvis har man okritiskt fortsatt att tillämpa den gamla måttstocken i diverse sammanhang när den är närmast oförmlig. Så t ex presenteras fortfarande summerade värden för transmission, ventilation och varmvatten anspråksfullt som energibalansberäkning och tas som utgångspunkt för att föreslå betydligt kostsammare åtgärder. Detta är helt otillfredsställande.

När det gäller kostsammare åtgärder i förhållande till besparingseffekten ökar kravet på tydlighet och precision av begreppen väsentligt.

Inledning

En byggnads energiomsättning under en tidsperiod utgörs av dess energiutbyte med omgivningen. Byggnaden tillförs energi från och avger energi till omgivningen. Om tidsperioden är tillräckligt lång är tillförda och avgivna energimängder lika stora.

Ett överskådligt sätt att redovisa energiomsättning är i form av stapeldiagram med energitillförsel och energiavgivning på det sätt som lanserats av N-E Lindskoug och som här bearbetats vidare. Denna redovisningsteknik har inneburit ett betydande framsteg och har successivt kommit att ligga till grund för en praxis bland tekniker som arbetar inom i vid mening forskning och utveckling. Synsättet bakom redovisningstekniken har emellertid inte slagit igenom bland hela den stora teknikerskara som idag arbetar med energisparverksamhet. Det kan tilläggas att redovisningen i stor utsträckning avsett småhus.

Förutom att redovisningsformen med stapeldiagram är ett användbart instrument i energianalyser av byggnader, är den en osökt utgångspunkt för att söka komma tillrätta med den begreppsförvirring som trots allt råder.

Det är alltså angeläget med en enkel, överskådlig och pedagogiskt lämpad redovisningsteknik när det gäller energiomsättningen. Man kan då lämpligen knyta an till den beprövade teknik som tillämpas i finansieringsanalytiska sammanhang. I grund och botten är det frågan om samma problem med sorten kWh i stället för kronor.

Ett nödvändigt krav för att en systematik och redovisningsteknik skall kunna accepteras, att den är bärkraftig från den mycket enkla byggnaden till mer sammansatta, komplicerade byggnader.

För mer komplicerade byggnader kan inte energiomsättningen redovisas med enbart ett stapeldiagram. Ju fler installationer som finns i byggnaden desto mindre överskådligt blir stapeldiagrammet.

Nyckeln till den bärande linjen har i stället befunnits vara att det krävs en viss enkelhet hos de elementen - stapeldiagrammen. Den totala redovisningsbilden blir i stället sammansatt av redovisningar på olika nivåer - på samma sätt som redovisning av ekonomiska kalkyler.

Energibalanser - energitillförsel och energiavgivning

Byggnaden betraktas här som ett energikonsumerande system.

Som utgångspunkt för redovisningen tas figur 1, som presenteras som ett grundläggande element i den begreppsmodell som skall skisseras. I den fortsatta redovisningen kan vi tänka oss ett energiflöde från höger och in i en byggnad och vidare åt vänster och ut ur byggnaden.

Figuren visar effektbalans vid två tillfällen

- a) anger ett skede med överskott av tillförd effekt som lagras i ett inre värmemagasin och
- b) ett senare skede där värmemagasinet töms.

Bilden kan illustrera omsättning av stora eller små energimängder. Den kan i stora skalor avse systematiskt utnyttjande av temperaturstyrning dag/natt och utnyttjande av stommens värmemagasin. I den lilla skalan avspeglar den vad som händer när vi värmer på kaffepannan under några minuter.

(Likheter med en ekonomisk kalkyl finns redan här. Tillståndet i värmelagret och likviditeten är "samma andas barn". Båda är relaterade till en viss tidpunkt.)

Figur 2 redovisar en energibalans för en godtyckligt lång tidsperiod med en IN-stapel, som anger energitillförsel, och en UT-stapel, som anger energiavgivning från byggnad till yttre omgivning.

Ingen redovisning av energiposter förekommer under basplanet.

Energitillförsel

De olika delposterna i IN-stapeln i figur 2 skall beröras senare och kräver endast några korta kommentarer här.

Solinläckning genom fönster liksom personvärme utgör gratisenergi.

Processenergi är energi som i första hand avser att ge andra nyttigheter än uppvärmning men som bryts ner till värme och deltar i byggnadens uppvärmning. (Tidigare har processenergin redovisats som summan av elförbrukning och energi för varmvattenuppvärmning.) Här anges posten tills vidare som ett "vitt fält", som senare kan ges innehåll.

Till detta kommer under den kalla perioden ytterligare energibehov i form av värme, som levereras av någon form av uppvärmningssystem.

Energiavgivning

Delposterna i UT-stapeln däremot kräver redan här en del kommentarer för att klargöra begrepp och definitioner.

Energiavgivningen sker på två principiellt skilda sätt - genom transmission och med genomströmmande media.

- o Transmission; Begreppet omfattar den avgivning som är sammansatt av ledning, strålning och konvektion och som beräknas (hjälpigt) som produkt av k -värde \times temperaturskillnad ute/inne \times tid. Så långt är avgivningen av transmission ett flöde av värmeenergi. Detta värme flöde påverkas även av mot ytterytan infallande kortvägig strålning, som när den träffar ytan till en del (den icke reflekterande) bryts ned till värmeenergi. Inverkan av denna strålning kan - om än något haltande - inbegripas i transmissionen.

De övriga avgivningsposterna i UT-stapelns beror på att ett genom byggnaden strömmande medium på sin väg genom huset får ett tillskott av energi per mass- eller volymenhet.

- o Avgivning eller energiutbytet med omgivningen på grund av vattenomsättning beror av produkten av vattenflödet och temperaturskillnad mellan spillvatten och kallvatten.
- o Avgivning av luftomsättning, dvs styrd ventilation och luftläckning, beror på motsvarande sätt på produkten av luftflödet och det energitillskott luften fått på vägen genom byggnaden.

Det förtjänar påpekas att energiinnehållet i luft är sammansatt av två andelar; en som representerar luftens temperatur över 0°C och en som representerar ångbildningsvärmens hos den fukt som ingår. Detta markeras i UT-stapelns avgivning av luftomsättning med en andel som avser värme och en annan (med droppar) som illustrerar fuktinnehåll.

Ångbildningsvärmens är långt ifrån försumbar och därför är energiavgivningen till omgivningen väsentligt större än vad man i ofta räknar med.

Det må vara att felet vid beräkning av energibalanser och värmebehov för bostäder och kontorshus, om man försummar fuktandelen, blir ganska litet, eftersom en stor del av energiinnehållet av fukt är "personfukt" som vi "fått gratis". I andra fall, t ex restaurangkök, simhallar, kan emellertid fuktillskottet vara en dominerande andel och måste beaktas.

Energiinnehållet av fukt måste därför finnas med i systematiken. Inte minst framgår detta så snart man kommer in på värmeåtervinning. Även för bostadshus gäller att fukten ger ett väsentligt tillskott till den energipotential som kan utnyttjas för värmeåtervinning. Hänsyn till att en (stor) del erhållits som personfukt tas genom att denna betraktas som gratis tillförd energi.

Detta markeras därför även i delposten personvärme.

Den principiella skillnaden mellan energiavgivning till omgivning genom transmission och med genomströmmande medium är att transmissionen kan anges i absoluta tal, men att "mediaburet" utbyte kräver en referensnivå. Denna kan lämpligen (med inte nödvändigtvis) väljas att motsvara energiinnehåll vid mediets inströmning i byggnaden.

Delposterna i UT-stapeln kallas här avgivning och anger utbyte från byggnad till omgivning. Tidigare benämningar: Avloppsförluster, transmissionsförluster etc har alltså ersatts av benämningen avgivning.

En anledning är att benämningarna avgivning - tillförsel har en språkligt sett bättre balans (jämför utgifter - inkomster). En annan anledning är att man bör vara restriktiv när det gäller användandet av ordet förlust med dess inneboende negativa innebörd.

Energiförluster

Här uppträder således ett gränsdragningsproblem. När skall en viss andel av energiavgivningen betraktas som en förlust? Gränsdragningen må överlåtas till den som fattar beslut om åtgärd (energiparåtgärd).

Om man "sett om sitt hus" och vet att det inte går att finna någon ekonomiskt lönsam åtgärd för att minska energiavgivningen, kan denna betraktas som "det pris man får betala" för inomhuskomforten.

Om man däremot finner en sådan åtgärd och förverkligar den, så får man en energibesparing. Därmed inte sagt att motsvarande energiavgivning tidigare utgjort en förlust.

Om ett företag hittar ett sätt att minska sina utgifter så får man en besparing som för den skull inte betraktas (eller bokförs) som förlust i det tidigare. Däremot kan man börja tala om tidigare förlust om man upptäcker att kamrem under flera år försnillat pengar för att spela på travet.

Energiavgivning och energibehov

Nyss nämndes att energiavgivningen är det pris man får betala för inomhuskomforten. Höjden på staplarna i energibalansen avspeglar också en termisk nivå.

Energibehov

Den i figur 2 skisserade energibalansen antas motsvara ett idealtillstånd då energiomsättningen motsvarar byggnadens energibehov, dvs den energiomsättning som ger exakt avsett eller önskat inomhusklimat. I normalfallet har man att göra med brister i injustering av värmeanläggning och reglering av värmeförsörjning, så att avgivningen inte överensstämmer med behovet.

Ett vanligt förhållande är att tillförseln och avgivningen är större än det verkliga behovet. Man får ett tillstånd som illustreras i figur 3. Spalten i UT-stapeln markerar existensen av en undre och en övre toleransgräns när det gäller inomhuskomfort. Vid för liten energitillförsel fryser man och vid för stor tillförsel blir det för varmt. Gränserna är i verkligheten oskarpa och individuella och beror av ett flertal faktorer som hänger ihop med byggnaden och installationerna. Det i figuren definierade energibehovet är följaktligen lika oskarpt och kan kanske bättre uttryckas som den energimängd som ger lagom temperatur inomhus.

I exemplet får vi övertemperaturer som framtvingar ett kylbehov, utlöser vädring och vädringsförluster. På denna punkt kan benämningen förlust vara på sin plats, eftersom det här rör sig om onödig energiavgivning.

Redovisning av energiomsättning - en redovisning på olika nivåer

Vi inför benämningarna målnivå och basnivå. Redovisning av energiomsättning på målnivån förutsätter en mer detaljerad redovisning på basnivån.

När målet är en redovisning av energibalanser för byggnaden representerar dessa målnivån. Effekt- och energibalanser i figurerna 1, 2 och 3 är exempel på detta.

Närmare detaljer av delposter i IN- och UT-staplarna redovisas däremot separat på basnivå.

Vi skall belysa detta med ett par exempel.

Redovisning på basnivå - exempel 1

Vi kan anta att byggnaden i figur 2 värms med varmvattenradiatorer och att delposten värme tillgodoses med en värmepump som tar värme ur luft (uteluft eller ventilationsluft är likgiltigt) och att ytterligare erforderligt tillskott sker med elvärme i framledningskretsen till radiatorerna. I figur 4 t.v. anges värmebehovet för en aktuell tidsperiod. Värmebehovsposten kan tänkas utbruten ur IN-stapeln i figur 2.

Överst t.h. redovisas på basnivå energiomsättningen för värmepumpsanläggningen. Staplarna markerar en resulterande bild som bygger på en i sin tur mer detaljerad analys av energiomsättning i anläggningen.

I anläggningen frigörs en del värme utöver varmvatten till radiatorerna, vilket markerats överst i UT-stapeln. Denna värme kommer från olika komponenter och lednings-

kretsar i värmepumpanläggningen. En kategori (1 i figuren) kommer byggnaden tillgodo, t ex värmeavgivning från inomhus belägen värmepump. En annan (2 i figuren) kommer inte byggnaden tillgodo, t ex värmeavgivning från ledningar utomhus eller i vindsutrymmen. Den senare icke nyttiggjorda värmen förs inte in i energibalanserna på målnivån, vilket inte innebär att den är betydelselös i det totala sammanhanget.

Underst t.h. redovisas energibalans för elpatronen i framledningskretsen. Verkningsgraden har här antagits vara 100 %.

Vi har således två system, vilkas energiomsättning sammanfattats och redovisats på basnivå och som därför i systembilderna redovisats utanför energistaplarna för byggnaden. Eftersom de avser energitillförseln är placeringen till höger logisk (energiflödet tänks här från höger till vänster).

Vi har då beskrivit värmeposten i figur 2 litet närmare. Vad som sedan sker är att energin i hetvattnet via radiatorer (och ledningar) överförs till värmeenergi i rumsluft och byggnadsmaterial - och slutligen blir avgivning genom transmission och luftomsättning, som studeras i samband med analys av UT-stapelns delposter.

Redovisning på basnivå - exempel 2

Exemplet går ut på att betrakta vad som händer med en del av processenergin i figur 2 när vi tar steget åt vänster i figuren. I processenergin ingår en del processer, som vi vill studera närmare, och därför bryter ut och uppritar i figur 5. Vi väljer att betrakta andelar elenergi för tvätt, spis och kyl-frys. I dessa transformeras elenergi till värmeenergi, som för tvätt och spis ger uppvärmning av vatten och fuktillskott till luften och för alla tre ger temperaturhöjning hos luften. Figuren anger energibalanser för respektive apparater.

Den logiska placeringen av resulterande omsättning blir mellan staplarna på målnivån. Figur 6 illustrerar transformering av hela posten processer till värme och antyder i vilken form (men inte i vilken kvantitet) denna värme så småningom kommer att avges till omgivningen.

Värmeenergin är uppdelad på varm luft och varmt vatten och måste på sin väg åt vänster inrymmas i redovisningen på målnivån, dvs i UT-stapelns för byggnaden. Detta kräver nog så komplicerade bedömningar.

Sidoordnad nivå

En kategori av system medverkar inte till byggnadens inomhusklimat eller komfort, t ex utvändigt belysning och motorvärmarruttag. Dessa betraktas som sidoordnade vars redovisning inte blandas in i redovisningen på målnivån.

Sidopositionen framgår om vi i stället tänker oss belysning och motoruttag inom väggar och tak, dvs i form av ett garage. Att energiomsättningen och dess redovisning måste ske vid sidan av blir då självklart.

Energiomsättningen för dessa system redovisas separat, så att man inte inför onödigt låsningar och äventyrar överskådligheten.

Nivåerna är relativa

Även om huvudintresset när det gäller energisparande i byggnader är koncentrerat till byggnaden skall systematiken ge utrymme för ytterligare detaljering.

I exempel 1 angavs basnivån av redovisningen av energiomsättningen i värmepumpsanläggningen sådan den representeras överst t.h. i figur 4.

När vi, som antydde i exemplet, koncentrerar oss på att få fram denna redovisning genom ytterligare analys av anläggningen flyttas nivåerna ned ett steg. Målnivån blir då den sammanfattande bilden och den erforderliga detaljredovisningen blir basnivå.

Förbrukning av köpt energi

Tidigare har begreppen energiavgivning, energibehov och energitillförsel definierats med anknytning till stapeldiagram, figur 2 och 3.

Ett begrepp som inte definierats i samband med dessa stapeldiagram är den energiförbrukning man måste betala för och som har primärt intresse för ekonomin när det gäller energisparåtgärder. Delposterna i denna energimängd går ofta att avläsa på mätare av olika slag.

I det allmänna fallet kan den köpta energin inte definieras på målnivån - byggnadens energibalans. Detta framgår av det tidigare exemplet, där värmen i figur 2 tillgodoses med värmepump och elpatron enligt figur 4.

Den köpte energin för uppvärmning utgörs av de två delarna elenergi i figur 4 och inte av värmeposten i IN-stapeln i figur 2.

Avslutande kommentarer

Det förhållandet att det på flera punkter infinner sig likheter mellan redovisning av energi- och ekonomisk omsättning borde vara ett tecken på att den redovisade systematiken är på rätt väg när det gäller att skapa stadga åt redovisning och systemtänkande och samtidigt inte låsa möjligheterna till vidare sökande.

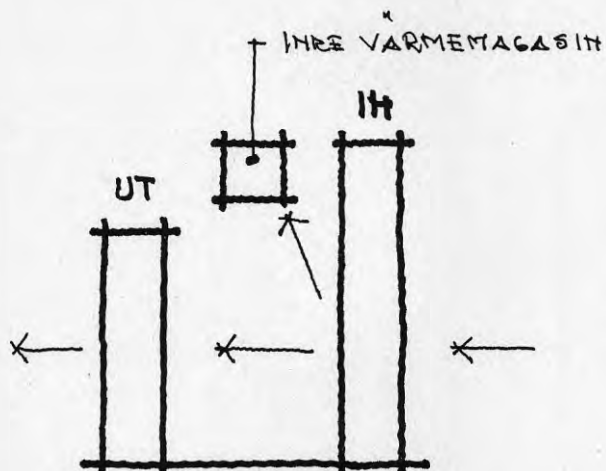
Ett ytterligare krav som rimligen måste ställas är om den redovisade modellen duger för att avbilda förhållanden under den varma årstiden och man har installationer för luftkylning.

Figur 7 illustrerar detta fall. I denna figur uppträder transmission som ett energitillskott i IN-stapeln. Energitillförseln överstiger behovet och skulle ge övertemperatur om inte värmepumpen tog hand om värmeöverskottet.

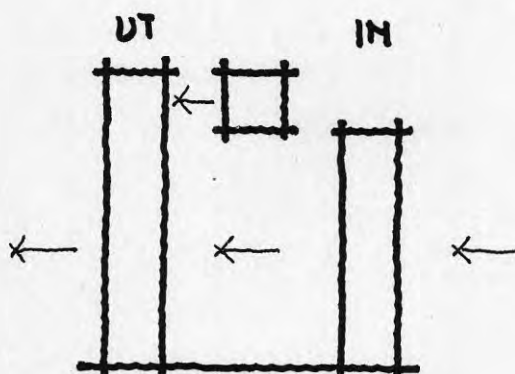
Den presenterade systematiken är resultat efter det att ett antal vägar har provats och förkastats på grund av bristande generell bärkraft. Bärkraften hos den redovisade systematiken styrks av att den medgivit redovisningen av installationer i form av figurerna 4 t o m 7.

Ytterligare försök att finna någon komplikation som begränsar den generella användningen har gjorts men inte lyckats. Om man inte finner något sådant, borde den föreslagna systematiken kunna utgöra en gemensam plattform för redovisning av energiomsättningen i byggnader.

I så fall kan det bli motiverat med en kompletterande exempelsamling på hur redovisning på basnivå kan utformas för vanligt förekommande komponenter och kombinationer av komponenter.

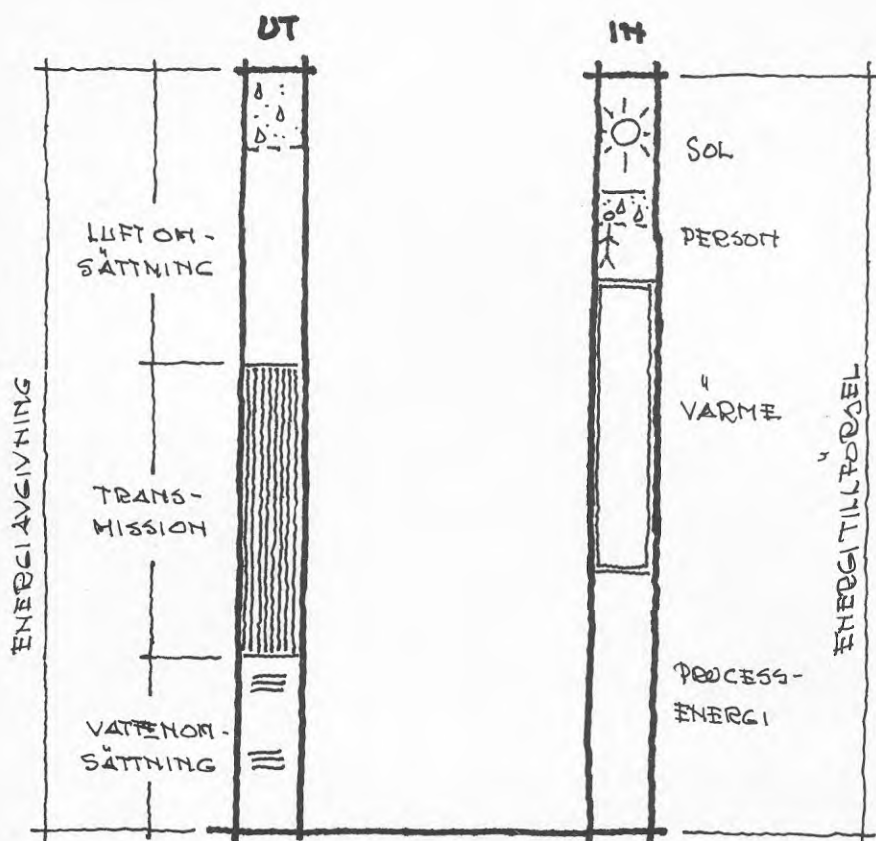


a) Effektbalans - lagring i värmemagasin

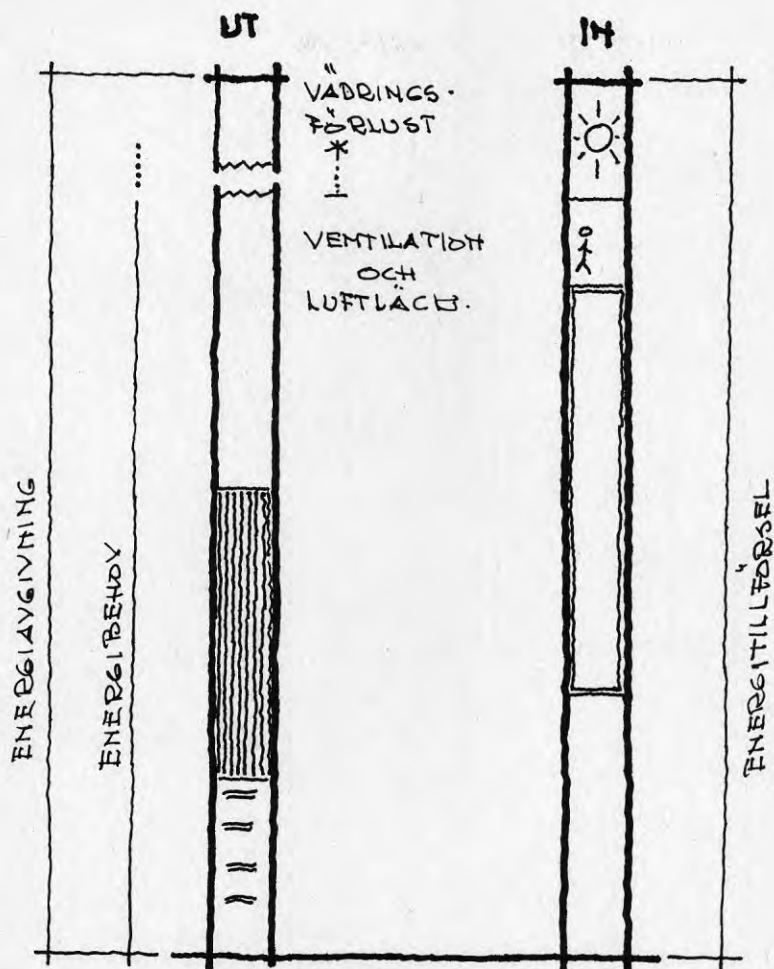


b) Effektbalans - avgivning från värmemagasin

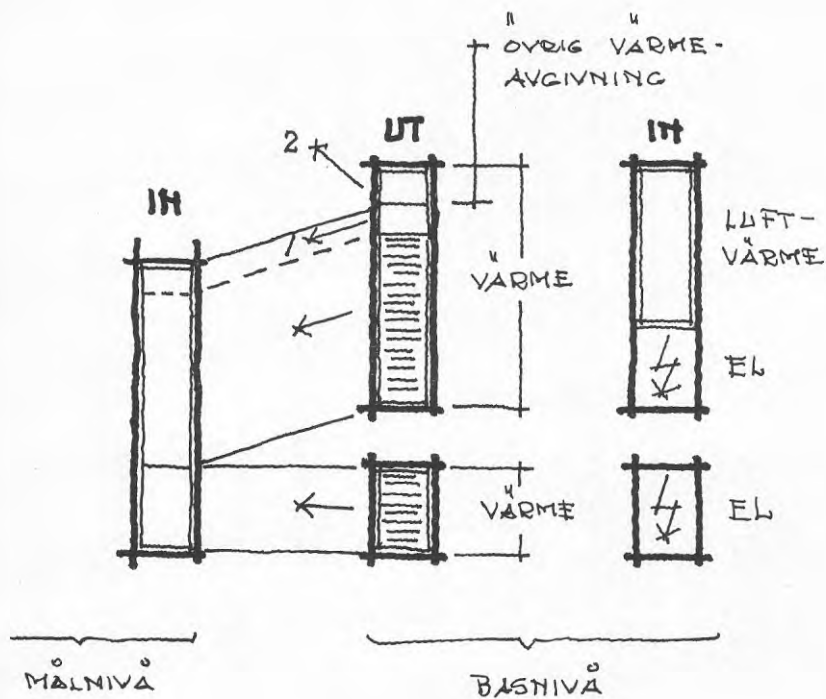
Figur 1. Effektbalanser



Figur 2. Energibalans vid ideal värmeförsel

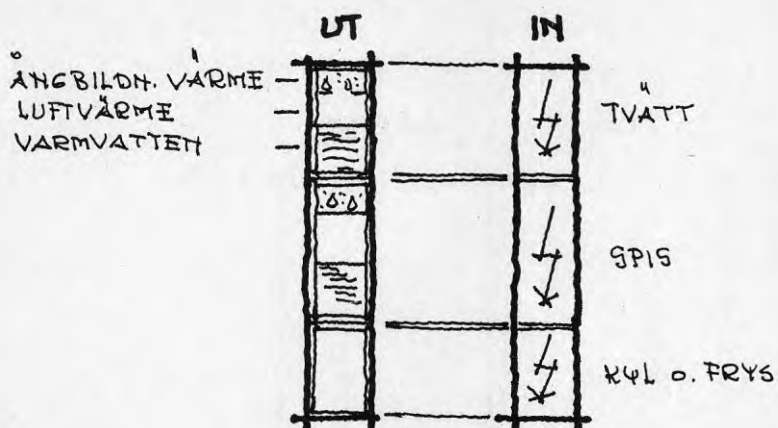


Figur 3. Energibalans -
Energitillförseln överstiger behovet

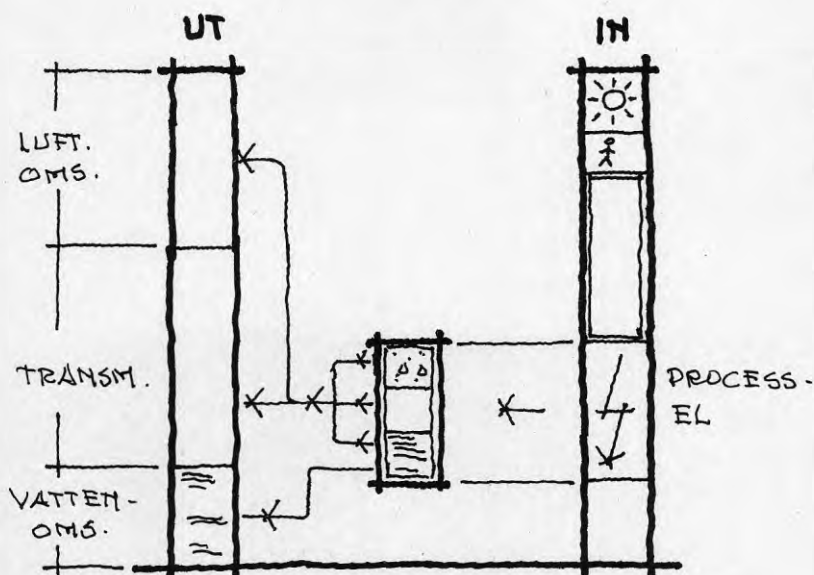


Figur 4. Värmeförsörjning med värmepumpsanläggning överst till höger och kompletterande elvärmestillskott underst till höger. Båda levererar värme till varmvattenradiatorsystemet.

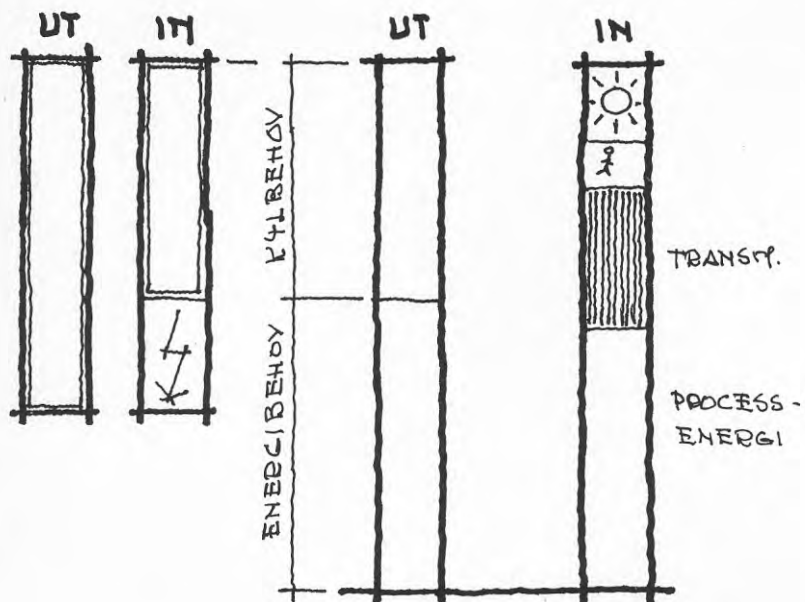
- 1) Övrig nyttiggjord värme
- 2) Övrig icke nyttiggjord värme



Figur 5. Omvandling av elenergi till värme i hushållsapparater



Figur 6. Omvandling av processel till värme



Figur 7. Energitillförseln är större än behovet.

Luftkylning med värmepump

Bilaga 3

SAMMANFATTNING AV INTERVJUER

För att utröna behovet av metoder och hjälpmedel och för att inventera tillgängligt material har bl a följande intervjuats:

Bengt Axén och Erik Bergbom, Svenska Riksbyggen
 Leif Winquist, Energirådgivarnas Förening
 Claes Bankvall, Nicke Blomquist och Mats Ferm,
 Statens Provningsanstalt
 Gunnar Krakenberger och Karl Munther, Statens Planverk
 Gunnar Bäckström och Olof Sandberg, Umeå Universitet
 Lennart Berndtsson och Sören Lindgren, Wahlings
 Arne Elmroth, KTH
 Gunnar Franzén, ABV
 Bengt Johnsson, SABO
 Carl-Axel Boman, Stig Hammarsten och Mats Lyberg,
 Statens Institut för Byggnadsforskning
 Carl-Olof Johnsson, Svenska Byggnadsarbetareförbundet
 Anders Berg, Sveriges Trähusfabrikanters Riksförbund
 Lars Backram och Bertil Olsson, Backram & Co - Mitec
 Sören Nordström och Stefan Sandsten, Byggnadsstyrelsen
 Gunnar Stahre, Bostadsstyrelsen
 Erik Carlegrim, KTH
 Folke Peterson, KTH
 Lars Jorméus, Svenska Byggnadsingenjörers Riksförbund

Dessutom har standardiseringsorganens samordningsgrupp för bygginstallationer (SAMBI) informerats och uttalat sitt stöd för projektet och intresse av att medverka i dess förlängning.

De synpunkter på olika metoder och hjälpmedel, som framkommit vid intervjuerna och från referensgruppens ledamöter, har sammanfattats på följande sidor.

FÄLTMETODER

Klimatskärm - Värmeisolering, täthet och fuktOkulärbesiktning

Checklistor för okulärbesiktning av klimatskärmen bör tas fram. De bör omfatta allmän kondition, skador (t ex sättningar och sprickor), kritiska ställen samt behov av renoivering och upprustning.

Täthetsprovning

Olika metoder för täthetsprovning vid ca 10 Pa tryckskillnad över klimatskärm, t ex med hjälp av byggnadens egna fläktar eller med liten fläkt som monteras i brevinkast, är under utveckling hos Riksbyggen, Tyréns, VTT m fl. Metoderna och krav på provningsförutsättningar bör kartläggas och utvärderas.

Grundmetoden för täthetsprovning vid 50 Pa är dokumenterad i SS 02 15 51, Värmeisolering - Bestämning av byggnadens lufttäthet. SS 02 15 51 gäller som NORDTEST-metod NT BUILD 132. I Norge finns en standard, NS 8200, som avviker något från den svenska standarden. En nordisk samordning vore önskvärd.

Grundmetoden bör kompletteras med regler för provning av radhus och ett förslag som NORDTEST låtit SP ta fram förväntas sändas på remiss våren 1984.

En metod för täthetsmätning i stora hus är också under utveckling på SP.

Fläktarna som används vid täthetsprovning bör utvecklas.

Kraven i SBN bör ses över.

Lokalisering av isoler- och täthetsbrister

SIS 02 42 10 (NT BUILD 061), Värmeisolering - Termografering av byggnader, bör anpassas till den internationella standarden ISO och till befintlig bebyggelse samt dagens nyproduktion.

Övannämnda metoder bör utformas så att nya typer av mätutrustning kan användas inom metodbeskrivningarnas ram. Som komplement bör analysmetoder för video utvecklas.

Arbete med översyn och komplettering av SIS 02 42 10 enligt ovan har påbörjats på BST.

Tryckdifferens

Mätning av tryckdifferens över klimatskärmen ingår i flera andra metoder bl a tryckprovning och termografering, varför metoden bör dokumenteras.

Snabbare och mer stötsäker tryckdifferensmätare bör utvecklas för intervallet 0 - 50 Pa.

Mätning av värmefflöde (k-värde)

Metoden för värmefflödesmätning i NT BUILD 215, Building components - Thermal resistance, bör utvecklas till en rutinmetod. Utrustningen bör också förbättras, nuvarande är för långsam och ohanterlig.

Mätning av k-värde med mobil varmlåda

Visst utvecklingsarbete pågår men detta har inte resulterat i några konkreta metodförslag. Såväl metod som utrustning behöver vidareutvecklas men metoden är troligen inte aktuell som rutinmetod.

Läcksökning

Metod för läcksökning med rökgas bör dokumenteras.

Metod för läcksökning med värmekamera (t ex AGA 110) bör utvecklas och dokumenteras.

Metodbeskrivningarna bör kompletteras med checklistor eller figurer som utvisar kritiska ställen i byggnader.

Luftflödesmätning, fogar

Metodbeskrivning finns som NT BUILD 220, Buildings - Local air tightness. Utrustningen behöver vidareutvecklas men metoden är troligen inte aktuell som rutinmetod.

Fukt

Hjälpmedel för bedömning av fuktens inverkan och speciellt fuktskador samt förslag till åtgärder baserade på BFRs kompendier T28 - T31:1981, Fukt, BFR R90:1983, Utformning av fuktskydd vid golv på mark - Nuvarande kunskaper och exempel på lösningar, samt L E Nevanders och B Elmarssons Fukthandbok.

Vädring

Ansatser till metoder finns, bl a schweizisk metod som mäter tiden. Enligt utredning hos SIB kan vädringen troligen försummas, varför utveckling av rutinmetod inte är aktuell.

Fastställande av väggkonstruktion

Önskemål har framförts om att få fram metod och instrument med hjälp av vilka väggars och andra byggnadsdelars uppbyggnad (material, tjocklekar o d) går att fastställa.

Lokaler - Temperatur, ånghalt, luftomsättning m mTemperatur och termisk komfort

Metoder för mätning av lufttemperatur, operativ temperatur, luftrörelser och "drag" är under utveckling hos SIB och bör dokumenteras.

Luftfuktighet

Metodbeskrivning bör kunna baseras på de metoder som är under utveckling hos SIB.

Snabbare instrument (hygrometer) bör utvecklas.

Totalt tilluftsflöde och ventilationseffektivitet

Det finns ett flertal olika sätt att mäta med spårgas. Några är redovisade i BFR T6:1979, Mätningar och mätmetoder för lufttäthet. Som NORDTEST-metoder finns NT BUILD 232, Buildings - Ventilation rate in different parts of a building, och NT VVS 019, Buildings - Ventilation effi-

ciency - Local mean age. Ytterligare några metoder är under utveckling eller föreligger som förslag inom NORD-TEST och INSTA. I Sverige används främst oftast avklingningsmetoden.

Passiva metoder bör också studeras, t ex bör ett försök i USA att mäta luftspridning och luftomsättning med kontrollerad gasavgång och absorber testas och ev vidareutvecklas.

Mätpunkternas placering vid spårgasmätning bör ges speciell uppmärksamhet.

Metoderna bör utvärderas och metodbeskrivningar för så väl momentanmätning som kontinuerlig mätning dokumenteras.

Metod för bestämning av ventilationseffektivitet bör utvecklas och dokumenteras.

Ventilationssystem

Okulärbesiktning

Checklista för kontroll av ventilationssystem bör utarbetas.

Ventilationskanaler, temperatur och flöde

Ett antal metoder har sammanställts av nordiska ventilationsgruppen (NVG) i BFR T32:1982, Metoder för mätning av luftflöden i ventilationsinstallationer. En utvärdering bör göras och de lämpligaste metoderna dokumenteras ev efter vidareutveckling.

Temperaturmätare och luftflödesmätare bör förbättras.

Ventilationsdon, flöde

Metoderna i BFR T32:1982 bör utvärderas och någon väljas som rutinmetod.

Ventilationskanaler, täthet

Metoder för kontroll av ventilationskanalers täthet bör utvecklas och dokumenteras.

Värmeåtervinnare, verkningsgrad

KBS har utvecklat en metod som bör kunna ligga till grund för rutinmetod.

Värmesystem och el

(Själva värmeproduktionen, t ex pannans verkningsgrad och brännare har inte specialstuderats i detta projekt, varför nedanstående sammanställning inte är komplett.)

Okulärbesiktning

Checklista för besiktning av värmesystem bör tas fram.

Värmedistributionssystem, temperatur och flöde

Metodbeskrivningar för mätning av temperatur och flöde i vattenburna system bör dokumenteras.

Nuvarande temperaturmätare och flödesmätare bör förbättras och instrument för mätning inne i systemen utvecklas.

Rutiner för kalibrering av flödesmätare bör utvecklas.

Rökgasanalys

Nuvarande metoder och instrument fungerar bra och kan dokumenteras omgående.

Drifttid, oljebrännare

En metod för mätning av oljebrännarens drifttid har utvecklats hos SIB.

Energileveranser från panncentral eller fjärrvärmeverk

Metoder och krav på instrument, inkl regler för kalibrering, för mätning av energi- och effektuttag bör dokumenteras.

El

Det finns bra, noggranna el-mätare.

Kall- och varmvatten

Vattenförbrukning, temperatur och flöde

Metoder och krav på instrument för mätning inne i systemen, inkl regler för kalibrering bör dokumenteras.

Vattenläckage

Metod för mätning av vattenläckage bör utvecklas. Självregistrerande mätning är önskvärd.

Uteklimat

Behovet av metoder för att fastställa uteklimat bör utredas.

Temperatur

Mätmetoder med krav på utrustning och mätpunkternas placering bör dokumenteras.

Luftfuktighet

Metodbeskrivning, baserad på metoder under utveckling hos SIB, bör dokumenteras. Snabbare hygrometer bör utvecklas.

Sol

Metoder för mätning av bl a solinstrålning bör utredas.

Vind

Metoder för vindmätning bör utredas.

ÖvrigtMätsystem för automatisk insamling av data

Mätsystem för kontinuerlig insamling av betydelsefulla fastighetsdata som temperatur, fuktighet, effekter, ventilation m m bör studeras, förslagsvis genom ett försöksprojekt. Till försöksprojektet bör kopplas utveckling av givare och nödvändiga instrument samt program för bearbetning av insamlade data.

Beroende på utfallet av försöksprojektet bör riktlinjer för installation av permanenta mätsystem med beskrivning av systemet och kravspecifikationer för ingående delar tas fram. Regler för insamling, bearbetning och redovisning av data bör också utarbetas.

Introduktion av denna typ av mätsystem måste följas upp av utbildnings- och informationsaktiviteter för vilka särskilt material måste utarbetas.

Driftstyrning, automatisk

För optimering av driften bör ett mikrodatorbaserat program för styrning av effekt- och energiuttag utarbetas. I programmet bör ingå bevakning av uppvärmnings- och ventilationssystemens funktion. Problemen med styrprogram i byggnader med t ex täthetsbrister måste uppmärksammas.

BERÄKNINGSMETODER

Energi- och-effektförbrukning

En metod för energi- och effektförbrukning bör ta hänsyn till solens inverkan. Vissa ingångsdata, t ex klimatdata, bör tas fram och dokumenteras.

Beräkningsmetoden i BFR R110:1982 håller på att utvecklas för flerbostadshus av Planverket.

Energibalans

Regler för beräkning och redovisning av energibalanser - före och efter åtgärd - för kortare perioder vid olika väderlekstyper och för hela säsonger bör utarbetas och dokumenteras. Se vidare bilaga 2. För bl a energisparråd-givarnas behov bör regler och hjälpmedel för överslagsmässig beräkning och redovisning av energibalans för normalår utarbetas.

Lösamhetsberäkning

Beräkningsmetod för bedömning av olika åtgärders lösamhet med hänsyn till såväl teknik som ekonomi, omfattande såväl energi som ROT och periodiskt underhåll, bör tas fram. BOS kalkylmetod bör tas som utgångspunkt. Ingångsdata och deras noggrannhet bör definieras.

Beräkningarna bör delas i tre delar som

- (1) beaktar en vald kalkylränta, livslängder och underhållskostnader i fast penningvärde
- (2) tar hänsyn till förväntad inflation och energiprisutveckling
- (3) tar hänsyn till subventioner resp skatteeffekter

Datorprogram

Datorprogram för olika beräkningar på olika noggrannhetsnivåer bör tas fram.

Data för-beräkningar o d

Ingångsdata, t ex klimatdata, nyckeltal för personvärme, livslängder och real kalkylränta, bör tas fram och dokumenteras.

k-värden

Tabeller med k-värden för vanliga konstruktioner i småhus och flerbostadshus bör utarbetas som komplement till Planverkets rapport 51. Information finns bl a i BFR-rapport R32:1974.

Graddagar (gradtimmar)

Graddagsbegreppet bör korrigeras bl a med hänsyn till att gratisenergiskillnaden är stor mellan äldre hus och låg-energihus. Underlag för översyn finns. Graddagsbegreppet bör vidare vara kopplat till metod för beräkning av energiförbrukning. Nuvarande problem (kostnader) med att få uppgift om lokala graddagar bör uppmärksammas.

Referensdata

Referensdata bör tas fram som underlag för jämförelser t ex riktvärden för luftomsättning i olika hustyper. Dessa referensdata bör baseras på mätningar.

ADMINISTRATIVA HJÄLPMEDEL

Terminologi och övriga begrepp

De termer och begrepp som används i samband med upprustnings- och energisparprogram bör fastställas och definieras.

Area- och volymlberäkning

Regler för beräkning och redovisning av areor bör tas fram och baseras på SS 02 10 50, Area och volymlberäkning för byggnader. För att kunna jämföra värden, t ex energiförbrukningen för olika byggnader bör enkla omvandlingsregler tas fram baserade på byggnadens form (låg eller hög byggnad, enkel geometrisk eller flikig planform) och för biutrymmen t ex källare.

Boendevanor

Hjälpmedel för kartläggning av boendevanor bör tas fram.

Processbeskrivning

Processen vid upprustnings- och energisparåtgärder bör beskrivas och förankras i branschen.

Handböcker

Handböcker för förundersökning avseende såväl energisparåtgärder som upprustning och underhåll bör utarbetas och dokumenteras på lämpligt sätt.

Handbok för kvalitetsstyrning innehållande anvisningar, blanketter o d för redovisning av kravspecifikationer, kontrollplaner och utfall av kontroll vid eller efter åtgärd bör tas fram. Frågan om kontrollplaner kommer att utvecklas i nya SBN.

Handbok med anvisningar och blanketter bör tas fram för insamling och redovisning av energi- och driftsstatistik för såväl småhus som flerbostadshus.

Handbok för löpande underhåll med regler och anvisningar betr kontroll och åtgärd t ex rensning av kanaler och byte av filter i värmeväxlare.

Handbok med rutiner, checklistor och blanketter för erfarenhetsåterföring och korrigerande åtgärder. Handboken bör innehålla regler och hjälpmedel för utarbetande av tabeller och kurvor för t ex energiförbrukning och temperaturkorrigering i enskilda objekt.

Handböcker för hyresgästsamråd och övrig information.

Basdatabank

Basdatablad som redovisar frekventa fel hos vanliga konstruktioner i småhus och flerbostadshus bör tas fram. Bladen skall ange analysmetoder för att fastställa

troliga orsaker och samband
förslag till åtgärder
konsekvenser om felen inte åtgärdas eller felaktiga
åtgärder vidtas

Insamling av faktaunderlag pågår i ett BFR-projekt hos Riksbyggen. Se exempel sidan 81.

Basdatablad med typlösningar för ofta återkommande åtgärder, t ex tilläggsisolering, utformning av fogar och andra anslutningar, bör tas fram för såväl installations- som byggtekniska åtgärder i småhus och flerbostadshus. Bladen skall kunna lämnas till fastighetsägaren som underlag för upphandling och kontroll av åtgärd.

Faktaunderlag för åtgärdsförslag samlas in och bearbetas i ett BFR-projekt hos Riksbyggen. Se exempel sidan 82. Även olika tillverkares anvisningar bör tas tillvara.

Checklistor och blanketter

Checklistor och blanketter bör tas fram för bl a

intervju med fastighetsägaren vid förundersökning
intervju med driftspersonal vid förundersökning
intervju med boende vid förundersökning
insamling av fastighets- och driftsdata vid
förundersökning

Blanketter bör tas fram för redovisning av resultat av förundersökning inkl behov av åtgärder. Blanketterna bör förutom energi omfatta renovering och upprustning samt periodiskt underhåll och uppgift skall bl a lämnas om

synliga byggnadstekniska brister inkl skador
funktion hos värme- och ventilationssystem
rumstemperaturer
isoler- och täthetsbrister (lokalisering)
fuktförhållanden
resultat av ev ytterligare besiktningsåtgärder t ex
termografering

Ett samordnat redovisningssätt är en förutsättning för att resultatet av besiktningen skall kunna ligga till grund för en samlad statistik om vårt byggnadsbestånd. Underlag finns (under bearbetning) hos HSB, Riksbyggen, SABO m fl.

Projekteringshjälpmedel

Ventilation

Projekteringsanvisningar för placering av ventilationsdon utarbetas på basis av SIBs projekt betr ventilationseffektivitet.

Utrymmen

Projekteringsregler bör utarbetas som anger vilka utrymmen som behövs för framtida mätning i byggnad och installationer.

VVS-installationer

Projekteringsanvisningar om rekommenderad storlek på olika kretsar med hänsyn till mätning och felsökning bör tas fram.

Kravspecifikationer

Projektering, upphandling och kontroll underlättas om innehållet i kravspecifikationer och egenskapsredovisning är likformigt uppställda och kraven eller egenskaperna baserade på objektiva provningsmetoder. Som underlag för redovisning av krav och egenskaper för olika produktgrupper eller system bör därför utarbetas standarder som anger relevanta egenskaper, kravnivåer och verifikationsmetoder.

Fastighetspärm

Innehållet i en fastighetspärm för småhus resp flerbostadshus bör fastställas. Pärmen skall innehålla nödvändig information om fastigheten med dess installationer. Blanketter skall finnas för dagbok, där åtgärder med orsak och driftsdata samlas. Uppgifter skall finnas om när åtgärder kan förväntas (livslängder). Arbetet bör baseras på pågående utvecklingsarbete.

Utbildning

Kunskap och kompetens måste höjas i processens alla led. Bl a måste kopplingen byggnad - installationer och diagnos - analys - åtgärd - konsekvent motiveras och föras ut. Likaså måste kunskap ges om förväntad mätnoggrannhet och mätfelens innebörd. Målgruppsanpassade läromedel, handböcker och annat material bör tas fram och utbildningsaktiviteter planeras. Såväl stora som små företags behov måste beaktas.

Information

För att uppnå bästa effekt av energispar- och förbättringsåtgärder måste förståelse skapas för lämplig arbetsgång (processen) och speciellt behovet av förundersökning och programarbete. Vidare måste upplysas om samordning och konsekvenser av olika åtgärder. En speciellt viktig målgrupp är fastighetsägarna.

Bilaga 4

REFERENSER OCH PÅGÅENDE PROJEKT

- Industridepartementet: Provning för bättre energihushållning - Betänkande avgivet av energiprovningsutredningen, Ds I 1980:12
- Bostadsdepartementet: Bättre bostäder - Ett 10-årigt förnyelse- och underhållsprogram (ROT-program), Ds Bo 1983:2

Pågående projekt

- Axén, Bengt: Utveckling av förenklade men tekniskt högkvalitativa metoder för energibesiktning i befintlig bebyggelse, (BFR proj nr 811584-5)
- Bankvall, Claes, Blomquist, Nicke och Fehrm, Mats: Energiundersökningar, instrument och metoder för datainsamling (IEA Annex XI, Subtask A), (SP)
- Blomsterberg, Åke: Passiv solenergiteknik i småhus - Teleborgsområdet i Växjö (BFR proj nr 810560-0)
- Blomsterberg, Åke: Energiberäkningsprogram, (SP)
- Blomsterberg, Åke och Lagerkvist, Knut-Olof: Energisnåla småhus i Skultorp, (SP)
- Blomsterberg, Åke och Lundin, Leif: Kartläggning av förhållandet mellan en byggnads lufttäthet och dess ventilation, (SP)
- Blomquist, Nicke: Förenklade fältmetoder, (SP)
- Elmroth, Arne: Energiförbrukning i vatten- och energisnåla småhus med passiv solvärme och värmepump (Sparsamprojektet), (BFR proj nr 811681-0)
- Elmroth, Arne: Energisnåla nya flerbostadshus - Stockholmsprojektet (BFR proj nr 830005-1)
- Erikson, Bengt E m fl: Flerbostadshus, ventilation - ombyggnad (SIB proj nr 901:88)
- Hammarsten, Stig m fl: Energisparåtgärders effektivitet (SIB proj nr 337)
- Lundin, Leif: Täthetsmätning av radhus, (NORD-TEST-projekt), (SP)

- Lundin, Leif: Täthetsmätning i stora hus, (NORDTEST-projekt), (SP)
- Lyberg, Mats D: Utveckling av utvärderingsmetoder för energibesparande åtgärder (IEA Annex XI, Subtask B), (SIB proj nr 349)
- Löfström, Roland: Referensbilder för tolkning av termogram, (SP)
- Mandorff, Sven: Injustering av värmesystem, (SIB proj nr 329)
- Norlén, Urban: Effekter av energisparåtgärder - Högskoleprojektet II (BFR proj nr 830816-5)
- Norlén, Urban m fl: Undersökning av energiförbrukningens utveckling i byggnadsbeståndet, (SIB proj nr 340)
- Nylund, Per-Olof: Energidiagnostik i samband med energisparåtgärder i befintliga förvaltningsbyggnader (BFR proj nr 811398-3)
- Omér, Stefan och Samuelson, Ingemar: Fukt och mögel - Rutin för fältundersökning, (SP)
- Peterson, Folke: Provningsprogram för mätning av byggnadens värmebehov (BFR proj nr 830850-6)
- Samuelson, Ingemar: Kortfattad fuktmekanik, (SP)
- Samuelson, Ingemar: Fuktmätning i byggnader - Principer och metoder, (SP)
- Samuelson, Ingemar: Fukt och mögel - Exempelsamling, (SP)
- Sandberg, Mats: Ventilationseffektivitet i lägenheter - Nordtest, mätmetod ventilationseffektivitet, (SIB proj nr 801:09)
- Sandberg, Mats m fl: Ventilationseffektivitet i lägenheter, (SIB proj nr 801:12)
- Sandesten, Stefan: Energitekniska åtgärder i befintlig stadsbebyggelse - Delprojekt, Ytterstadsområde Järnbrottet (BFR proj nr 811131-4)
- Svensson, Anders m fl: Värmeåtervinning ur ventilationsluft - kv Malstenen, Gävle, (SIB proj nr 901:68)

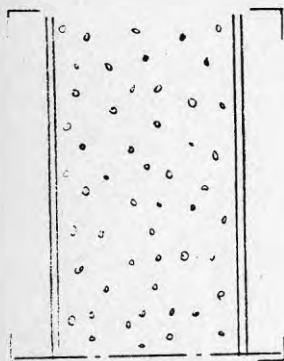
- Tolstoy, Nikolai m fl: Energisparpotential och reparationsbehov i bostäder och lokaler, (SIB proj nr 291:01)
- Wirlén, Bengt m fl: Vindinflytande på den konvektiva värmeövergången från byggnadsytor, (SIB proj nr 808:2)
- Wirlén, Bengt m fl: Vindtryckfördelningar på småhus i gruppbebyggelse, (SIB proj nr 808:3)

Littera V10:02

Blad 2 (8)

Datum 1982-3

Befintlig konstruktion

k-värde = 0,70-0,59 W/m²°C

LÄTTBETONGVÄGG

	m-värde
Puts	0,01
275-300 lättbetong 0,5/0,4	1,16/1,42
Puts	0,01
$m_i + m_u$	0,25
Summa	1,43/1,69

Hus nummer	041	043	044	047	051	052	053	054
Vindsbjälklag typ	B3.01	B4.02	B4.03	B4.03	B4.01	-	B3.02	B3.02
Mellanbjälklag typ								
Bjälklag över källare typ								
Vent system	S	S	S	S	S	S	S	S

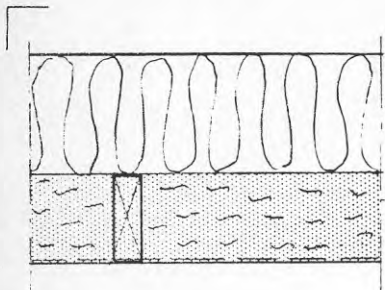
Luftoms n ₅₀	2,5	6,8	5,2	6,9	6,3	≈ 8,0	6,4	3,3
Luftoms n _{sp} (medel)	0,15	0,62	0,32	0,61	0,93	0,65	0,15	0,54
Luftoms n _{sp} (min)	0,04	0,45	0,23	0,33	0,60	0,44	0,04	0,31
Frånluft m ³ /h	51	54	13	55	187	179	99	84

Konstr	Isolerbrist							
	Tätetsbrist							
Luftinläckning	Takvinkel	-	X	X	-	X	X	X
	Väggvinkel	-	-	-	-	-	X	-
	Golvvinkel	-	X	-	-	-	X	-
	Karm-vägg	-	-	-	-	X	-	-
	Båge-karm	-	X	X	X	-	X	X

Åtgärds hänvisn	Tilläggsisolering
	Tätning
	Ventilation

Anmärkning

Åtgärder

VINDSBJÄLKLAG + TILLÄGGSISOLERING
MED LÖSULL

m-värde

150 mm lösull	2,73
200 " "	3,64
250 " "	4,55
300 " "	5,45
350 " "	6,36
$m_i + m_u$	0,25

Passar till befintlig konstruktion: B3.01, B3.02, B4.01, B4.02, B4.03, B4.04, B5.01.

Beräkning av nytt k-värde

$$\frac{1}{K_{\text{nytt}}} = \frac{1}{K_{\text{befintlig}}} + \Sigma m_{\text{tilläggsisolering}}$$

Kortfattad monteringsbeskrivning

1. Kontrollera att yttertaket är ordentligt ventilerat. Detta är viktigt för att undvika fukt och rötskador.

Det bör finnas en luftspalt längs takfoten på 25 mm samt ventiler i gavelspetsarna.

2. Ordna luftspalter mellan yttertak och isolering med träfiberskivor som spikas på läkt. Se 02.05.08.

3. Jämna ut befintlig isolering. Kontrollera spånens - eller isolermaterialets beskaffenhet. Fuktigt eller möjligt material avlägsnas.

Eventuellt trägolv bryts upp och befintlig isolering avjämnas och kompletteras.

4. Sargar höjs över tilläggsisoleringens överyta.

5. Tilläggsisolering utföres genom inblåsning av lösull (flockad mineralull). Minimitjocklek = 200 mm.

6. Dörrar och vindsluckor mot kalla utrymmen tilläggsisoleras och förses med tätningslister.



**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag
820213-0 från Statens råd för byggnadsforskning
till Byggstandardiseringen, BST, Stockholm.**

R107: 1984

ISBN 91-540-4179-1

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6704107

**Abonnemangsgrupp:
W. Installationer**

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

Cirka pris: 35 kr exkl moms