



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**

**R107:1979**

**Försöksverksamhet med  
besiktning av befintliga  
byggnader**

**Lars Engström  
Ulf Ström**

LUNDS UNIVERSITETSBIBLIOTEK  
BYGG- OCH VATTEN  
BYGGTEKNIK

**Byggforskningen**

R107:1979

FÖRSÖKSVERKSAMHET MED BESIKTNING  
AV BEFINTLIGA BYGGNADER

Lars Engström  
Ulf Ström

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag  
770618-3 från Statens råd för byggnadsforskning  
till Bygginfo, Stockholm.

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

R107:1979

ISBN 91-540-3091-9  
Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

LiberTryck Stockholm 1979 957159

# INNEHÅLL

1	INLEDNING OCH BAKGRUND . . . . .	5
2	SAMMANFATTNING AV EPD'S BESIKTNINGSVERKSAMHET - FRÅGESTÄLLNINGAR OCH FÖRSÖK TILL LÖSNINGAR . . . . .	7
2.1	Vad syftar energibesiktning till? . . . . .	7
2.2	Vilka metoder bör användas? . . . . .	7
2.3	Vad bör besiktningen ha för innehåll? . . . . .	8
2.4	Vilken energistatus har ett gammalt hus? Vad är rimligt att göra? . . . . .	9
2.5	Vilka resurser i fråga om kompetens, utrustning och tid behövs för besiktningsverksamhet? . . . . .	10
3	PARALLELLA VERKSAMHETER . . . . .	13
4	ORGANISATION . . . . .	15
4.1	Central administration och ledning . . . . .	15
4.2	Blankettarbete . . . . .	15
4.3	Val av besiktningsorter . . . . .	15
4.4	Infoledarnas roll . . . . .	16
4.5	Besiktningslagens sammansättning . . . . .	16
4.6	Central utvärdering . . . . .	16
4.7	Personal- och tidresurser . . . . .	17
5	HJÄLPMEDEL OCH METODER . . . . .	19
5.1	Blanketter . . . . .	19
5.2	Mätinstrument . . . . .	20
5.3	Metodbeskrivning . . . . .	22
6	GENOMFÖRANDE . . . . .	25
6.1	Utbildning . . . . .	25
6.2	Verksamheten hösten 1977 . . . . .	25
6.3	Besiktningsmannakonferens i januari 1978. . . . .	26
6.4	Verksamheten våren 1978 . . . . .	27
6.5	Central utvärdering . . . . .	28
6.6	Besiktningskonferens i juni 1978 . . . . .	28
7	UTVÄRDERING AV BESIKTNINGSMATERIALET . . . . .	31
7.1	Allmänna synpunkter . . . . .	31
7.2	Transmissionsförluster och energistatus för transmission . . . . .	31
7.3	Ventilationsförluster . . . . .	33
7.4	Varmvattenförluster . . . . .	34
7.5	Totalförbrukning kontra delposter. Verkningsgraden i värmesystemet . . . . .	35
7.6	Beräkning av total energistatus . . . . .	37
7.7	Översiktlig redovisning av materialet beträffande total energistatus, $E_T$ , och energistatus för transmission, $E_{tr}$ . . . . .	40
7.8	Jämförelse mellan specifik energiförbrukning och total energistatus . . . . .	42
7.9	Skillnader i uppskattning av transmissionsstatus enligt metod A respektive metod B. . . . .	42
7.10	Föreslagna åtgärder. Jämförelse mellan metod A och B . . . . .	45

8	SLUTSATSER OCH REKOMMENDATIONER . . . . .	51
8.1	Energistatus . . . . .	51
8.2	Hjälpmedel och metoder . . . . .	52
8.3	Åtgärdsförslag . . . . .	53
8.4	Utbildning av besiktningsmän . . . . .	54
BILAGA 1	EPD's protokoll från besiktning . . . . .	57
BILAGA 2	Instruktion för användande av EPD-blankett 7, "Protokoll från besiktning" . . . . .	61
BILAGA 3	EPD-materialet i tabellform . . . . .	75
BILAGA 4	Förteckning över av EPD föreslagna åtgärder enligt Statens Planverks rapport 41: "Energihushållning i befintlig bebyggelse" . . . . .	79
APPENDIX	Studier av relationen mellan energistatus och specifik energiomsättning . . . . .	81

## 1 INLEDNING OCH BAKGRUND

Som en av många åtgärder i energihushållande syfte anslog riksdagen 1975 6 mkr till energiinriktad prototyp- och demonstrationsverksamhet, EPD. EPD lades under byggforskningsrådet, som för initiering och ledning bildade en kommitté, där ordföranden representerar BFR och övriga ledamöter kommer från planverket, bostadsstyrelsen och Svenska kommunförbundet.

EPD-verksamheten har fortsatt med samma årliga budget som under 1975/76 och har ägnats åt två huvudområden: demonstration av kända men föga tillämpad energihushållande teknik, främst trimning av oljepannor, och kommunal energiplanering.

Den förra delverksamheten har inneburit att kvalificerade instruktörer besökt småhus och mindre flerbostadshus och nere i pannrummen visat ägarna eller skötarna hur de kan spara olja. Det har med andra ord varit en demonstrationsverksamhet på gräsrotsnivå och den har bedrivits i kommuner över hela landet.

I sin preliminära rapport "Energisparmöjligheter i befintlig bebyggelse", Dnr B 1719/76, januari 1977, förutsatte planverket energibesiktning av byggnadsbeståndet. Detta var en oprövad verksamhet och planverket anförde att EPD-organisationen genom sitt arbetssätt vore ett lämpligt organ för att samla in erfarenheter av hur besiktning kan gå till och vilka resurser i fråga om besiktningsmännens kompetens, instrumentutrustning och tidsåtgång som kan krävas. Byggforskningsrådet godtog förslaget och EPD genomförde provverksamhet med besiktning av befintliga byggnader under arbetsåret 1977/78.





## 2 SAMMANFATTNING AV EPD'S BESIKTNINGSVERKSAMHET - FRÅGESTÄLLNINGAR OCH FÖRSÖK TILL LÖSNINGAR

---

### 2.1 Vad syftar energibesiktning till?

I planverkets slutliga rapport "Energihushållning i befintlig bebyggelse" sägs: "Av stort intresse vid konstaterande av en byggnads energimässiga status är hur hög byggnadens verkliga energiförbrukning är i förhållande till en 'acceptabel' energiförbrukning."

Den verkliga energiförbrukningen påverkas emellertid så avsevärt av t ex brukare och brukarvanor, att byggnadens egenskaper och funktion i och för sig behöver renodlas för att man ska få ett grepp om dess status. Denna måste sedan relateras till någon jämförelsematerial. Planverket föreslog "liknande byggnader". EPD valde att i stället utgå från de krav på k-värden, luftomsättningar m m som anges i SBN 75 och kommentarerna till denna. De besiktigade byggnaderna omräknas med sina verkliga ytor och volymer men med värmemotstånd och ventilationsstandard enligt normen.

Om "verklig energiförbrukning" divideras med "normenlig förbrukning" enligt SBN 75 fås ett tal som rimligtvis i de flesta fall är större än 1,0. Hur mycket större blir ett mått på byggnadens "energistatus" och en utgångspunkt för de förslag till energisparåtgärder som besiktningen ska utmynda i.

### 2.2 Vilka metoder bör användas?

Planverket förutsätter i första hand en okulär besiktning, och detta har även varit utgångspunkten för EPD. Besiktningen har utförts av en byggnadstekniker och en VVS-tekniker i varje lag. De har haft enkla instrument till sitt förfogande: termometrar, termoanemometer, luftflödesmätare, tryckdifferensmätare och utrustning för rökgasanalys av oljeeldade pannor.

För att undersöka om termografering avslöjar systematiska

felbedömningar vid okulärbesiktning har vissa byggnader kontrollbesiktigats av två specialgrupper som både har gjort okulärbesiktning och använt värmekamera.

Besiktningarna har uteslutande omfattat bostadshus, huvudsakligen med egen värmepanna för oljeeldning.

### 2.3 Vad bör besiktningen ha för innehåll?

Tillgängliga arkivhandlingar i form av huvudritningar och i bästa fall också installations- och konstruktionsritningar och beskrivningar anskaffas och utnyttjas för framtagning av grunddata - ytor, volymer, teoretiska k-värden etc.

Vid själva besiktningen används ett antal fältblanketter. Den egentliga sammanställningen görs på en huvudblankett.

Huvudblankettens grundprincip är att byggnadens energisituation studeras dels från värmeförbrukande, dels från värmeförsörjande synpunkt. Värmeåtgången beror på transmission genom klimatskärmen, på ventilation (frivillig och ofrivillig) och på varmvattenförbrukning. Det värmeförsörjande systemet utgörs av en värmeproducerande del (exempelvis oljepanna) och en distribuerande del (exempelvis vattenburet radiatorsystem). Se bilaga 1.

Besiktningsmännen utgår från konstruktionsdata, korrigerar med hänsyn till upptäckta brister och inhämtade uppgifter samt får fram vad som utgör "nudata". Med hjälp av uppgift om fastighetens olje-, el- eller fjärrvärmeförbrukning korrigerad till normalår får man en kontroll på de beräknade och uppskattade värdena. Den verkliga förbrukningen ställs i relation till beräknade "normenliga" värden enligt SBN 75 i kvotform med verklig förbrukning som täljare.

Det erhållna relationstalet utgör ett mått på byggnadens energistatus före åtgärd,  $E_F$ .  $E_F$  antyder behovet av energibesparande åtgärder i byggnaden. Med ledning av detaljdata i protokollet kan man bedöma var och hur åtgärder bör sättas in. Respektive delpost i den samlade energiomsättning-

en korrigeras med hänsyn till föreslagen åtgärd, och energistatus efter åtgärd,  $E_F$ , kan beräknas.

Genom att ställa åtgärdens beräknade kostnad och livslängd i relation till spareffekten kan man beräkna en energispar-kostnad som ett mått på åtgärdens ekonomi. Genom att jämföra energispar-kostnaden för olika åtgärder får man underlag för prioritering. Denna kan leda till att vissa åtgärder betecknas som primära och andra som sekundära.

Åtgärdsförslagen relateras systematiskt till motsvarande avsnitt i planverkets rapport "Energihushållning i befintlig bebyggelse". Se bilaga 4.

#### 2.4 Vilken energistatus har ett gammalt hus? Vad är rimligt att göra?

Totalt har 100 bostadshus - 30 småhus och 70 flerbostadshus - besiktigats. Materialet är alltså mycket litet för generella slutsatser och urvalet är långt ifrån slumpmässigt. Ofullständiga uppgifter, särskilt beträffande faktisk energiförbrukning, leder dessutom till ett bortfall av några objekt. Vissa tendenser kan dock skönjas.

Småhus (SH) visar genomsnittligt lägre värden,  $E_F = 1,3$ , än flerbostadshus (FH),  $E_F = 1,5$ .

Man kan betrakta transmissionsförlusterna genom klimatskärmen isolerat och definiera en energistatus,  $E_{trans}$ , som beräknad och efter besiktning korrigerad energiåtgång för transmission dividerad med motsvarande värde enligt SBN 75. De genomsnittliga värdena blir för SH  $E_{trans} = 1,7$  och för FH  $E_{trans} = 1,8$ . Jämförda med motsvarande  $E_F$ -värden antyder dessa siffror att väsentliga förbättringar bör finnas att hämta genom åtgärder beträffande klimatskärmen. Åtgärdsförslagen koncentreras i stor utsträckning just till sådana förbättringar. En jämförelse mellan resultatet av enbart okulärbesiktning och sådan kombinerad med värmekamera visar för 33 hus genomsnittligt  $E_{trans} = 1,8$  resp 2,0.

Jämförelser mellan  $E_F$  och specifik energiförbrukning,  $q$ , i kWh per  $m^2$  lägenhetsyta och år har gjorts och tyder på att  $q$  ger en ungefär lika god allmän bild av en byggnads energimässiga kvalitet som  $E_F$ . Med hänsyn till det tidskrävande aritmetiska arbete som fastställande av  $E_F$  medför, till konstaterade risker för felaktiga detaljberäkningar och till en mycket stor tillgänglig statistik för  $q$ , särskilt ifråga om FH, föreslås att det senare begreppet används vid besiktning. Frågan diskuteras i avsnitt 7.6 och i ett appendix skisseras en alternativ grafisk modell för statusbedömning.

När det gäller åtgärdsförslagen har 26 olika typer av åtgärder föreslagits. Planverkets rapport upptar 51 åtgärds typer. De kvantitativt helt dominerande åtgärderna är tilläggsisolering av vindsbjälklag (B2), injustering av vattenburna värmesystem (G1) samt isolering av ytterväggar (B3).

Injustering av vattenburna värmesystem (åtgärd G1) har av naturliga skäl huvudsakligen föreslagits för flerbostadshus, men även i fråga om de nyss anförda byggnadstekniska åtgärderna dominerar flerbostadshusen procentuellt sett.

Med några undantag har inga signifikanta skillnader i valet av åtgärdsförslag för dubbelbesiktigade hus kunnat konstateras mellan besiktning enligt metod A respektive metod B. Undantagen är å ena sidan åtgärd A3, tätning av ytterväggar av trä, och A7, tätning mellan fönsterbåge och karm, som föreslagits mer än dubbelt så ofta resp tre gånger så ofta av besiktningslag B. Termografering ger bl a mycket goda förutsättningar för att upptäcka luftläckage. Å andra sidan har åtgärd B2, värmeisolering av vindsbjälklag, föreslagits nästan dubbelt så ofta av besiktningslag A.

#### 2.5 Vilka resurser i fråga om kompetens, utrustning och tid behövs för besiktningsverksamhet?

De anlidade besiktningsmännen, både från det byggnadstekniska och från VVS-facket, har mångårig erfarenhet av besiktnings- och kontrollverksamhet, och särskilt VVS-tekni-

kerna har dessutom energihushållning som specialitet. Deras tekniska kompetens har varit fullt tillräcklig för uppgiften. Bristande rutin i fråga om rent beräkningsarbete har kunnat konstateras. De ekonomiska bedömningar som åtgärdsförslagen förutsätter har försvårats av bristande erfarenhet hos besiktningsmännen, av ett ytterst summariskt kostnadsunderlag och av en oro inför det ansvarstagande gentemot husägaren som även en provbesiktning syntes implicera.

Utrustningen i fråga om blanketter har bedömts som principiellt godtagbar även om förändringar, framför allt i förenklande syfte, har diskuterats. Instrumentutrustningen har legat på en "lagom" nivå. Värmekameran bedöms som "överkvalificerad" för rutinmässiga besiktningsuppdrag. Den bör däremot ges en framträdande roll som pedagogiskt hjälpmedel vid utbildning av besiktningsmän.

Tidsåtgången har genomgående varit högre, ibland mycket högre, än den ursprungligt bedömda - en halv dag (8 mantimmar) för SH och en hel dag (16 mantimmar) för FH. Omfattande beräkningsarbeten och besiktningsmännens bristande lokala förankring torde vara huvudförklaringarna till detta, men också en överambition att redan vid besiktningen spara energi i den normala EPD-verksamhetens anda kan ha spelat roll.

Lokalt verksamma besiktningsmän i en genomförd organisation kommer att ha åtminstone tre fördelar jämfört med EPD's personal: De kommer på husägarens begäran och möter därmed öppna dörrar. De kan organisera arkivarbetet effektivt. De kommer att få den heltidsverksammes erfarenhet och rutin.



### 3 PARALLELLA VERKSAMHETER

På anmodan av planverket har Statens institut för byggnadsforskning (SIB) i samarbete med Statistiska Centralbyrån (SCB) utarbetat förslag till undersökningar av landets bebyggelse för bedömning av energihushållningsåtgärder. Genom riksdagsbeslut i april 1977 fick SIB i uppdrag att genomföra delar av den föreslagna undersökningen. Huvudsyftet är: "1) att uppskatta hur stora delar och 2) lokalisera vilka delar av det befintliga husbeståndet som är lämpliga för olika energibesparande åtgärder". Successiv rapportering av verksamheten pågår.

Redan planverkets preliminära rapport "Energisparmöjligheter i befintlig bebyggelse" fäster uppmärksamheten vid kommunernas avgörande roll i besiktnings-sammanhangen. Bjerking Ingenjörbyrå AB, Uppsala, påvisade i en ansökan till BFR det nära sambandet med inventeringen för en kommuns saneringsprogram. BFR gav anslag till projektet "Energisparande, fastighetsekonomisk värdering i kommunala energisparprogram", som föreligger som rapport R50:1978 från BFR.

För att sammanfatta kan följande huvudpunkter i de olika besiktningsverksamheterna urskiljas:

- SIB - Syfte: statistiskt relevant underlag för en bedömning av energibesparingsmöjligheterna i den befintliga bebyggelsen. - Metod: studium av arkivhandlingar och okulärbesiktning, yt-, volym- och k-värdesberäkningar, kvalitetsbedömningar byggda på svarsalternativ.
- Bjerking - Syfte: för kommunerna enhetligt redovisningssystem, samordning med saneringsprogrammen. - Metod: studium av arkivhandlingar och okulärbesiktning, enkla mätningar, beräkningar.
- EPD - Syfte: metoder och hjälpmedel för praktisk besiktning av enskilda byggnader följt av åtgärdsförslag, bedömning av resursbehov i fråga om kompetens och tid.

- Metod: studium av arkivhandlingar, okulärbesiktning, beräkningsarbete, "kontroll" genom begränsad termografering.

Syftena är alltså skilda medan metoderna har många gemensamma drag. Mot den bakgrunden föreföll det för EPD's del redan från början självklart att samråda intensivt med SIB och Bjerking Ingenjörbyrå.



## 4 ORGANISATION

### 4.1 Central administration och ledning

Liksom i fråga om EPD-verksamheten rörande panntrimning har den centrala administrationen av BFR/EPD-kommittén lagts på Bygginfo, som i nära samarbete med kommitténs ordförande och sekreterare svarat för planering, ledning och utvärdering av besiktningsverksamheten.

### 4.2 Blankettarbete

För besiktningsverksamheten har inledningsvis 8 blanketter utarbetats i samarbete med Sven-Erik Bjerking, Bjerking Ingenjörbyrå AB, och Bengt Axén, Svenska Riksbyggen AB. Vissa impulser har även givits av Statens institut för byggnadsforskning (SIB) i Gävle samt det danska byggforskningsinstitutet.

### 4.3 Val av besiktningsorter

EPD's basorganisation innebär sedan 1975-76 en uppdelning av landet i fem regioner, vardera med en sk infoledare och ett antal instruktörer.

De ekonomiska resurserna bedömdes räcka till besiktning av 100 objekt med kontrollbesiktning genom termografering av 35 av dessa. För den traditionella EPD-verksamheten med panntrimning planerades under 1977/78 besök i 18 orter. Av rationella och ekonomiska skäl valdes att också genomföra besiktning på dessa orter även om representativiteten i urvalet på detta sätt begränsades.

Två specialorter för enbart besiktning tillkom: Västerås, som på grund av fjärrvärmeutbyggnad inte kommer i fråga för panntrimning, och Kungsör som exempel på en ort för liten för normala EPD-rutiner. De två sistnämnda kommunerna utsågs jämte Piteå, Göteborg och Karlskrona till "specialorter", vilket innebär ca 10 besiktningsobjekt per ort och härtill kontrollbesiktning med värmekamera av vissa

objekt. I var och en av de övriga orterna besiktigades ett småhus (SH) och två flerbostadshus (FH). (Fig 4:1, sid 17.)

#### 4.4 Infoledarnas roll

För besiktningsverksamheten, liksom för EPD-verksamheten i övrigt, har infoledaren i var och en av de fem regionerna haft till uppgift att skaffa demonstrationsobjekt. Han har också tagit fram besiktningsunderlag i form av ritningar och tekniska beskrivningar samt uppgifter om faktisk bränsleförbrukning (respektive el eller fjärrvärme) och kallvattenförbrukning.

#### 4.5 Besiktningslagens sammansättning

Två olika besiktningsmetoder, A och B, har använts.

Metod A, som grundas på okulärbesiktning, har tillämpats på alla besiktningsobjekt (30 SH, 70 FH).

Besiktningslagen A har bestått av en VVS-tekniker från EPD's instruktörsgrupp i respektive region och en för besiktningsverksamheten nyrekryterad byggnadstekniker med kontroll- och besiktningsverksamhet som yrkesmässig bakgrund.

Metod B, som delvis har karaktären av kontroll av metod A, omfattar förutom okulärbesiktning också undersökningar med värmekamera. Ett syfte var också att försöka avgöra i vilken utsträckning termografering kan vara motiverad vid besiktning av befintliga byggnader. 10 SH och 25 FH har studerats med värmekamera.

För metod B har två besiktningslag anlitats, vardera bestående av två specialister på termografering. Detta ledde till att resultaten av installationsbesiktningen måste övertas från besiktningslag A.

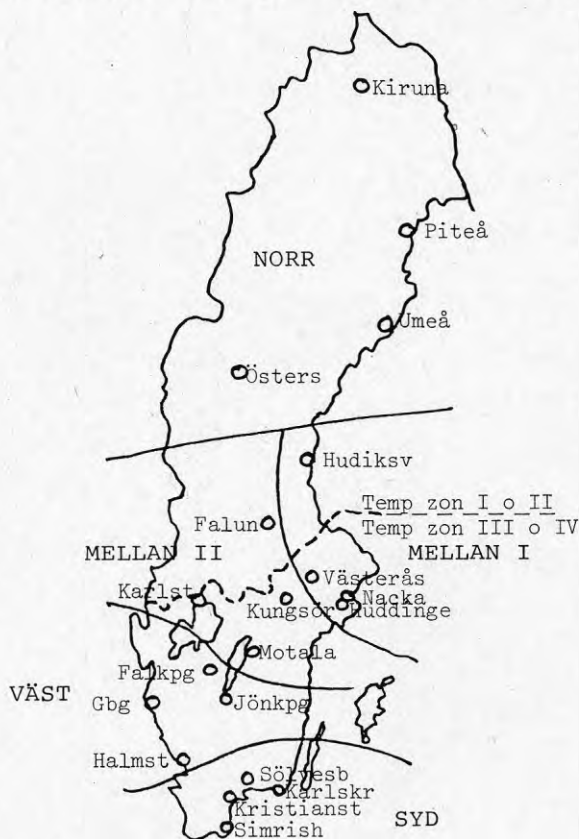
#### 4.6 Central utvärdering

Beräkningsarbetet har väsentligen utförts av besiktnings-

männen i anslutning till besiktningen. Under våren 1978 överfördes dock vissa delar av beräkningarna till central utvärdering på Bygginfo, där också alla jämförande beräkningar inom materialet i dess helhet utförts. Även den analys och det förslag till förenklad energistatusberäkning som presenteras i appendix har utförts inom Bygginfo.

#### 4.7 Personal- och tidresurser

På fältet har således 10 personer genomfört besiktningar enligt metod A och 4 enligt metod B. Den planerade tidsåtgången var i båda fallen en dag (16 mantimmar) för flerbostadshus och en halv dag (8 mantimmar) för småhus. Till detta kom infoledarnas tid för att ta fram arkivhandlingar och en viss tid för centralt beräkningsarbete.



Figur 4:1 EPD's regionindelning och besiktnings-  
orterna 1977/78, samt landets indelning i tempe-  
raturzonerna I och II resp III och IV



## 5 HJÄLPMEDEL OCH METODER

### 5.1 Blanketter

De i avsnitt 4.2 nämnda 8 blanketterna består av 7 fältblanketter för datainsamling och en huvudblankett för slutlig sammanställning (bilaga 1).

Fältblanketterna omfattar:

- Fasad och tak (11)
- Vindsutrymme (12)
- Lägenhet (13)
- Källare (14)
- Ventilation (15)
- Inreglering och varmvatten (16)
- Pannanläggning (17)

Huvudblanketten innehåller inledningsvis identifierande uppgifter om fastigheten, huvuddata för ytor, volymer och värmemotstånd samt plats för enkla skisser. Blankettens huvuddel är sedan vertikalt strukturerad med hänsyn till värmeförbrukning-värmeproduktion, varvid det förra ledet underindelats i avsnitt för transmission, luftomsättning och varmvatten. Horisontellt är blanketten uppbyggd i avsnitt för data enligt konstruktionshandlingar, för iakttagna brister, för korrigerade "verkliga" data, för byggnaden omräknad till SBN 75-standard, för primära respektive sekundära åtgärder, dessas spareffekt och ekonomiska konsekvenser.

Ett huvudbegrepp i blanketten är energistatus i förhållande till SBN 75. Definitionsmässigt är energistatus kvoten mellan normalårskorrigerad uppgiven energiförbrukning för byggnaden i nuläget och energiförbrukningen sådan den skulle vara om byggnaden helt uppfyllde kraven i SBN 75. Som ett mått på byggnadens energimässiga egenskaper i relation till en "godtagbar" standard är energistatus avsedd att indikera behovet av åtgärder i en viss byggnad. Begreppet diskuteras närmare i avsnitt 7.6.

Åtgärdsförslagen redovisas enligt den systematiska koden i planverkets rapport: "Energihushållning i befintlig bebyggelse". Se också bilaga 4.

Till blanketterna hör en instruktion (bilaga 2) samt tabeller och lathundar för k-värdesbedömningar. Ett antal vanliga konstruktioner av vindsbjälklag, ytterväggar, bottenbjälklag och källarväggar redovisas med varierande tjocklekar på isoleringen. k-värdena bygger på övergångsmotstånd och  $\lambda$ -värden enligt SBN 75. Några generella regler för bedömning av konstruktiva köldbryggors inverkan på värmemotståndet ingår inte i materialet. Reduktioner av M-värdet eller med andra ord ökning av k-värdet bedöms från fall till fall i samband med okulärbesiktningen. Effekten av tilläggsisolering kan i enkla fall avläsas ur diagram med k-värdet som beroende variabel till isoleringstjockleken.

## 5.2 Mätinstrument

Vid metod A användes termometrar, lufthastighetsmätare, luftflödesmätare, tryckdifferensmätare samt utrustning för rökgasanalys.

Vid metod B har förutom värmekamera också termometrar, lufthastighetsmätare och tryckdifferensmätare använts.

### 5.2.1 Termometrar

- Slungpsykrometer av fabrikat Labotherm, Kebo-Grave nr 151.196. Instrumentet har endast använts för lufttemperaturmätningar och inte för sitt egentliga syfte, som är mätning av relativ luftfuktighet. Det har ändå valts för sitt robusta utförande och sin tillförlitlighet. Använt vid metod A.
- Kvicksilvertermometer av gängse typ. Instrumentet har använts för lufttemperaturmätningar vid metod B.
- Yttemperaturmätare av typ termoanemometer GGA 23S med

givare Ni-103 fabrikt Wallac. Instrumentet har använts för att mäta yttemperaturer på insidan av byggnadens omslutningsytor vid både metod A och B samt för mätningar på värmedistributionssystemet i samband med injusteringsdiagnos.

#### 5.2.2 Lufthastighetsmätare

Lufthastighetsmätare av typ termoanemometer enligt ovan med givare Ni-125 ANE har använts för mätning av luftläckage genom byggnadskonstruktionen vid både metod A och B.

#### 5.2.3 Luftflödesmätare

Luftflödesmätare av typ termoanemometer med lufthastighetsgivare enligt ovan kompletterad med mätstos AM-300 eller AM-600.

Instrumentet har använts för momentana luftflödesmätningar vid ventilationsdon vid metod A.

#### 5.2.4 Tryckdifferensmätare

Tryckdifferensmätare av U-rörstyp. Instrumentet har använts för mätning av tryckdifferenser över byggnadsdelar vid både metod A och B.

#### 5.2.5 Utrustning för rökgasanalys

Utrustning för rökgasanalys av oljeanläggningar. Varje sats innehåller termometer för mätning av rökgastemperatur, tryckmätare för mätning av undertrycket i panna, sotalsmätare och CO<sub>2</sub>-mätare, allt av gängse fabrikat.

Instrumentet har använts för att bestämma förbränningsverkningsgraden i oljepannor vid metod A.

#### 5.2.6 Värmekamera

Värmekamera av typ AGA Thermovision 750. Instrumentet har

endast använts vid metod B.

### 5.3 Metodbeskrivning

#### 5.3.1 Förberedande arbeten

Anskaffningen av besiktningsobjekt sköttes av infoledaren i respektive region. En praktisk förutsättning var att ägaren till besiktningshus visade ett positivt intresse. Särskilt viktigt var detta i flerbostadshus, där kontakten med berörda hyresgäster måste ske med stöd av fastighetsägaren. Arbetet var ofta tidskrävande och ledde i många fall till att infoledaren tvingades "ta vad han fick". Någon slumpmässighet i statistisk mening har således inte förelegat.

Med ledning av anskaffade huvudritningar och, i mån av tillgång, konstruktionsritningar och -handlingar kunde vissa delar av huvudblanketten fyllas i före besöket på platsen, samtidigt som vissa "strategiska" överväganden för fältarbetet blev möjliga.

#### 5.3.2 Fältarbetets omfattning

I småhus besiktigades praktiskt taget alla detaljer och byggnadsdelar av betydelse för energiomsättningen.

I flerbostadshusen besiktigades enkelt åtkomliga installationer och byggnadsdelar, medan besök inom lägenheter begränsades till ett representativt urval av 10-15% av antalet lägenheter.

#### 5.3.3 Besiktning enligt metod A

Själva besiktningen bestod av en serie varandra kompletterande iakttagelser och mätningar, varvid de 7 fältblanketterna bl a fyllde funktionen av checklistor. Arbetet hade två huvudsyften.

Det ena var att förfina de data som ritningar och beskriv-



ningar givit vid handen, och att komplettera dessa.

Det andra var att avslöja eventuella brister och att ge underlag för ett tekniskt realistiskt åtgärdsförslag. Många äldre byggnader är så summariskt dokumenterade i arkivhandlingar att det är omöjligt att vid skrivborden avgöra rimligheten av, säg, en utvändigt tilläggsisolering även om det är ställt utom allt tvivel att värmemotståndet meriterar för en sådan åtgärd. Både antikvariska och miljömässiga eller rent byggnadstekniska skäl kan tala mot en förbättring som enligt tillgängliga handlingar är väl motiverad.

#### 5.3.4 Besiktning enligt metod B

Byggnadstekniskt ingick i allt väsentligt samma moment som enligt metod A. Härtill kom undersökning med värmekamera, varvid otätheter och svaga partier i klimatskärmens värmeisolering kunde avslöjas. Besiktning av installationer utfördes ej, utan data övertogs från besiktningslag A.

#### 5.3.5 Beräkningar och åtgärdsförslag

Med ledning av mätningar och iakttagelser på platsen kompletterades och korrigerades uppgifterna i huvudblanketten. Energistatus före åtgärder,  $E_F$ , beräknades. Rimliga åtgärder överslagsberäknades beträffande spareffekt och ekonomiska konsekvenser, varvid koder och kostnadsuppskattningar hämtades ur planverkets rapport "Energihushållning i befintlig bebyggelse". Prioriteringar gjordes. Slutligt primärt och sekundärt åtgärdsförslag redovisades och energistatus efter primärt föreslagna åtgärder,  $E_E$ , beräknades.



## 6 GENOMFÖRANDE

### 6.1 Utbildning

För att instruera och informera besiktningsmän och infoledare hölls utbildning i Gällivare under tiden 19-22 september 1977. Totalt deltog 20 personer i utbildningen - 15 besiktningsmän och 5 infoledare.

Utbildningens syfte var att diskutera och prova de besiktningsprinciper och besiktningsblanketter som EPD tagit fram. Målet var att alla efter kursen skulle arbeta enligt en gemensam besiktningsmodell och med så likartade rutiner som möjligt.

För att uppnå detta mål genomfördes ett flertal provbesiktningar med därtill hörande beräkningar, varvid preliminära blanketter användes. Som en följd av dessa prov överarbetades blanketter och instruktioner till definitiv form.

Följande lärare var engagerade:

Bengt Axén, Svenska Riksbyggen  
Bengt Hammargren, Svenska Riksbyggen  
Stig Nilsson, HSB  
Östen Sandberg, NAB-Konsult

Från EPD/Bygginfo deltog:

Ronny Bergens  
Harry Bernhard  
Christer Ericson  
Ulf Ström  
Carl Martin Wiklund

### 6.2 Verksamheten hösten 1977

Med början sista veckan i oktober 1977 genomfördes före årsskiftet besiktning på 10 av de planerade 20 orterna. Metod A tillämpades på 14 SH och 32 FH. Av dessa besiktigades 4 SH och 10 FH också enligt metod B, d v s med vär-

mekamera.

Vid besiktningarna under hösten framkom vissa svårigheter att hinna uppfylla kraven på redovisning inom planerad tid - 8 mantimmar för SH och 16 för FH.

Det var framför allt beräkningsarbetet som visade sig tidskrävande. De praktiska delarna av besiktningen på platsen löpte däremot utan svårigheter. Detta torde direkt avspegla besiktningsmännens yrkesmässiga bakgrund. En viss rutineffekt på beräkningstiden kunde emellertid noteras efter hand som arbetet fortskred trots att antalet objekt per besiktningsman inte var större än 9 å 10.

De största svårigheterna erbjöd emellertid åtgärdsdelen av besiktningen. Centralt kunde man notera ganska överraskande förslag och inte minst en mycket ojämn preferens för vissa åtgärder inom de olika besiktningslagen. Som exempel kan nämnas att åtgärden A7, tätning mellan fönsterbåge och karmfals, föreslogs oväntat sällan (16 av 46 hus), medan en så "extrem" åtgärd som C3, komplettering med ytterligare en fönsterbåge, föreslogs i inte mindre än 7 hus av 18 i en och samma region och endast där.

Ett ytterligare bekymmer var den mycket skeva åldersfördelning som materialet visade. Endast 10 hus av 46 var byggda före 1950. Förklaringen är enkel: i instruktionen ingick önskemål om konstruktionshandlingar, och sådana förekommer endast undantagsvis för äldre byggnader.

### 6.3 Besiktningsmannakonferens i januari 1978

Mot bakgrund av höstens erfarenheter samlades alla besiktningsmän till en heldagsdiskussion på Bygginfo den 17 januari 1978.

Härvid bekräftades allmänt de tidsmässiga svårigheter som beräkningsdelen inneburit.

För att råda bot på detta överenskomms att vissa beräk-

ningsmoment skulle överföras från besiktningsmännen till central behandling. De "rutinvinster" detta skulle medföra kunde väntas motsvara vad som uppstår i praktiken om och när energibesiktning blir ett speciellt yrke.

Svårigheterna beträffande åtgärdsförslag visade sig delvis bottna i en allmän osäkerhet på kostnadssidan. Besiktningsmännen saknar i stor utsträckning byggnadsekonomisk erfarenhet. Planverkets rapport anger kostnader som för många åtgärder varierar inom mycket vida marginaler. Framför allt torde emellertid det oklara ansvarsförhållandet gentemot husägaren ha varit en hämmande faktor, och detta trots besiktningsens karaktär av provverksamhet.

För vårens verksamhet instruerades besiktningsmännen att göra åtgärdsförslag grundade på yrkesmässig erfarenhet och sunt förnuft snarare än med ledning av enbart ekonomiska betraktelsesätt.

Beträffande urvalet av byggnader släpptes önskemålen om konstruktionshandlingar helt, och infoledarna uppmanades att i möjlig mån anskaffa objekt byggda före 1950.

#### 6.4 Verksamheten våren 1978

Under våren genomfördes besiktningen av återstående 54 hus (16 SH, 38 FH) med metod A och 21 med metod B (6 SH, 15 FH).

Avlastningen beträffande vissa beräkningsarbeten har lett till att den ursprungligen planerade tiden - 8 mantimmar per SH, 16 per FH - under våren kunnat hållas. Den centralt använda tiden för komplettering av blanketterna kan uppskattas till ca 0,5 h per objekt, SH och FH lika.

I fråga om åldersfördelning har en förändring till förmån för äldre byggnader skett. Mot 10 av 46 hus byggda före 1950 under hösten kan 20 av 54 registreras för våren. Fördelningen är emellertid fortfarande skev i förhållande till den som kan och bör bli aktuell vid en generell förbättring av landets byggnadsbestånd.

### 6.5 Central utvärdering

Utöver den komplettering av de enskilda protokollen som nämnts ovan, har ett omfattande utvärderingsarbete skett centralt. Även om materialet som statistiskt underlag är mycket litet och långt ifrån slumpmässigt valt, har det bedömts som metodiskt värdefullt att testa de använda teoretiska modellerna och att värdera dem mot bakgrund av besiktningens huvudsyfte - att ge ett välavvägt och så vitt möjligt objektiva förslag till förbättringar av byggnaders energimässiga egenskaper.

Studier av åtgärdsförslagen med försök till analys av överraskande frekvenser, kombinationer av åtgärder o s v har genomförts.

Jämförelsen mellan metoderna A och B bygger också på utvärderingsarbete.

Utvärderingen av det samlade materialet redovisas i bilaga 3 och diskuteras närmare i avsnitt 7 och i appendix.

### 6.6 Besiktningsskonferens i juni 1978

Den 8 juni genomförde EPD en besiktningsskonferens. Under våren 1978 hade planverket i samråd med Svenska Kommunförbundet börjat förbereda lärarutbildning för "en första generation" av besiktningsmän. Det stora intresset för konferensen - 180 deltagare - kan nog ses mot denna bakgrund. Inbjudan hade utgått till statliga myndigheter, kommuner och representanter för byggnads- och installationsbranschen.

Under förmiddagen redovisades erfarenheter från EPD, SIB och Bjerking Ingenjörbyrå AB. En ganska livlig diskussion spände mellan detaljfrågor, särskilt beträffande EPD's provverksamhet, och allmänt teknisk-ekonomiska resonemang beträffande energihushållning i befintlig bebyggelse.

Eftermiddagen ägnades åt en paneldebatt mellan representanter för Planverket, Bostadsstyrelsen, Svenska Kommun-

förbundet, BFR och SIB. En summering är att få principiella motsättningar kom till uttryck och att en allmän enighet råder om besiktningsverksamhetens grannliga karaktär och om att många problem återstår att lösa.

Åtskilliga detaljerade frågor avslöjade brister både i det kunskapsmaterial EPD lyckats samla och i den preliminära version av EPD-rapporten som utdelades vid konferensen.





## 7 UTVÄRDERING AV BESIKTNINGSMATERIALET

### 7.1 Allmänna synpunkter

Redan i rapportens inledande avsnitt påpekades den viktiga distinktionen mellan sådan energiomsättning som är knuten till egenskaperna hos en byggnad och dess installationer och sådan som påverkas av brukarantal och brukarvanor.

- Transmissionsförlusterna i en byggnad är i allt väsentligt beroende av de byggnadstekniska egenskaperna, av klimatskärmens värmemotstånd och vindtäthet.
- Ventilationsförlusterna påverkas dels av byggnadens ventilationssystem i kombination med klimatskärmens lufttäthet ("avsedd" respektive "ofrivillig" ventilation), dels av brukarnas vanor i fråga om fönstervädning, spisfläktanvändning, slarv med ytterdörrar och spjäll i öppna eldstäder etc.
- Varmvattenförlusterna är huvudsakligen knutna till brukarnas antal och deras vanor i fråga om personlig hygien, disk och tvätt. Distributionsledningarnas längd och isolering mellan beredare och tappställe är dock exempel på tekniska förutsättningar som också påverkar energigåtgången vid varmvattenberedning, men som knappast kan förändras i befintliga byggnader.

### 7.2 Transmissionsförluster och energistatus för transmission

Värmetransport genom en byggnads klimatskyddande delar i ytterväggar, fönster, vinds- eller takbjälklag, källargolv och grundmurar är i de allra flesta byggnader den dominerande förlustposten. Klimatskärmens egenskaper i fråga om värmemotstånd och dess täthet mot påtvingad inre konvektion låter sig förhållandevis väl och noggrant fastställas genom teoretiska beräkningar och bedömningar på platsen. Egenskaperna förändras visserligen vid varierande vindhastigheter och inflytandet av solstrålning är svårt att beräkna i detalj, men jämfört med de andra delposterna i

förlusträkningen är transmissionsdelen möjlig att hantera med en viss tillförsikt.

I den mån byggnadstekniska konstruktionshandlingar i form av ritningar och/eller beskrivningar föreligger, ger dessa en god utgångspunkt för besiktningen. Korrigeringar efter besök på platsen kan då föranledas av upptäckta avvikelser, brister i form av otätheter eller erfarenhetsgrundade reduktioner av det teoretiska värmemotståndet på grund av köldbryggor eller "ökända" konstruktionsdetaljer.

Dolda brister i fråga om värmeisolering och täthet hör till det som en termografering kan avslöja. Frågan diskuteras närmare i avsnitt 7.9.

Fastställande av teoretiska transmissionsförluster för en viss byggnad utförd enligt SBN 75 kan utföras entydigt och lätt. Även kvoten  $E_{trans}$  för energistatus med hänsyn till transmissionsförluster kan då beräknas och tillmätas ett relativt stort värde.  $E_{trans}$  kan ge anvisningar till vissa typer av förbättringsåtgärder.

Beräkningen av energistatus efter transmissionsminskande åtgärder låter sig göras med samma relativa "precision" som övriga beräkningar när det gäller klimatskärmen, antingen den avser total energistatus efter åtgärd,  $E_E$ , eller  $E_{trans} E'$ .

I detta sammanhang bör en viktig faktor beröras. En ökning av värmemotståndet hos en del av klimatskärmen, den må bero på tilläggsisolering eller byte till 3-glasfönster, leder till ökning av den inre yttemperaturen vid oförändrad lufttemperatur inne och ute. Detta ökar den operativa temperaturen i varje punkt inom den förbättrade ytans influensområde och gör därmed en sänkning av den inre lufttemperaturen möjlig.

Hänsyn till denna effekt av förbättringar av klimatskärmen kan och bör tas, lämpligen vid beräkningen av energispar-kostnaden. Egentligen borde vinsten krediteras även vid

beräkningen av  $E_E$ . Så har ej skett vid utvärderingen av EPD's besiktningsresultat, främst på grund av bristande systematiskt-teoretiskt underlag.

### 7.3 Ventilationsförluster

Redan dessa förlusters kombinerade beroende av tekniska förutsättningar och brukarvanor gör mätningar, bedömningar och beräkningar svåra.

De flesta befintliga bostadshus har självdragsventilation. Luftomsättningarna varierar drastiskt med de över- och undertrycksförhållanden som rådande vindstyrka och -riktning leder till. Också den sk termiska stigkraften i ventilationssystemet varierar kraftigt. Schematiskt sett är den störst på vintern (varmt nere-inne, kallt uppe vid skorstenstoppen) då också förlusterna kulminerar, och minst på sommaren.

Luftflöden vid frånluftsventiler, vindstyrka och lufttemperaturer kan mätas och har mätts av EPD's besiktningsmän. Otätheter vid de kritiska fogarna i en byggnad - tak- och golvvinklar mot yttervägg och fogarna runt fönster och andra ytterväggsöppningar - har också studerats. Osäkerheten är ändå så stor att omdömena på sin höjd kan graderas: otätt, normalt, ovanligt tätt.

Detta stod klart från början. De enda alternativen med någonting av precision i sig - under- eller övertrycksmätningar av hela byggnaden - kunde å andra sidan utdömas av ekonomiska skäl, både för EPD's del och som generell metod.

Det bör i sammanhanget påpekas att termografering kan medge kartläggning av otätheter i en byggnad även vid normala tryckdifferenser, dock kvalitativt och inte kvantitativt.

En förhoppning under planeringsstadiet var att de mätningar och bedömningar av ventilationsförlusterna som besiktningsmännen ledde till skulle kunna jämföras med ventilationen som "restpost" sedan beräknade transmissions- och

varmvattenförluster dragits från den verkliga förbrukningen korrigerad till normalår och med rimliga antaganden om verkningsgrad i värmesystemet. Bakom detta låg föreställningen att varmvattenförbrukningen skulle kunna uppskattas med hygglig noggrannhet. Som de följande avsnitten närmare avhandlar var detta en mycket optimistisk föreställning. Sammanfattningsvis och något föregripande kan snarast påstås att ventilation och varmvatten är varandras ömsesidiga restposter.

Ventilationsförlusterna enligt SBN 75 låter sig beräknas lätt och med stor precision. En kvot är dock inte säkrare än sitt svagaste led, och mot bakgrund av det ovan sagda framstår särbehandlingen av en energistatus för ventilation,  $E_{vent}$ , som meningslös redan innan osäkerheten på grund av okända vädringsvanor o d tas i betraktande. Man kan å andra sidan konstatera att osäkerheten beträffande brukarvanor gäller både det befintliga huset och samma hus byggt enligt SBN 75.

Allmänt sett är bedömningen av ventilationsförluster svårare i flerbostadshus än i småhus. Utöver det självklara i förhållandet att komplikationerna i ventilationssystemet ökar med antalet lägenheter kommer t ex en faktor som dålig injustering av värmesystemet in: de som bor nära cirkulationspumpen försöker vädra sig från övertemperatur i lägenheten, kanske genom permanenta gläntor på vissa fönster. Den förbättring som tar sig uttryck i en sänkt  $E_F$  efter injustering kan då hämta ett väsentligt bidrag från ventilationssidan.

#### 7.4 Varmvattenförluster

Fyra formler för beräkning av varmvattenförbrukning diskuterades:

$$1 \quad W_{VV} = 4 \ 300 + 700 (p-3) \text{ kWh/lgh, år}$$

$p$  = antalet boende

Källa: BFR-rapport R9:1970

- 2  $W_{VV} = 2\,700 + 300 \cdot p$  kWh/lgh, år  
Källa: Bjerking, BFR-rapport R50:1978
- 3 Enligt erfarenhetsvärden från Svenska Riksbyggen kan  $W_{VV}$  beräknas för uppvärmning från  $5^{\circ}\text{C}$  till  $60^{\circ}\text{C}$  av 15 till 25% av kallvattenförbrukningen ( $Q_k$ ). Praktiskt leder detta till formeln
- $$W_{VV} = 64 \cdot Q_{VV} \text{ kWh/år, där}$$
- $$Q_{VV} = 0,15 \text{ \AA } 0,25 \cdot Q_k, \text{ byggnadens kallvattenförbrukning i m}^3 \text{ per år. Vid andra temperaturförhållanden än } 5\text{-}60^{\circ}\text{C} \text{ korrigeras faktorn } 64.$$
- 4  $W_{VV} = 55 \cdot A_L$  kWh/år  
 $A_L$  = totala lägenhetsytan i  $\text{m}^2$   
Källa: BFR-rapport R9:1970

Formel 1 och 2 är som synes uppbyggda på principiellt likartat sätt och tar en självklar hänsyn till antalet boende. De ger snarlika resultat, men saknar båda möjligheten till anpassning inför skiftande vanor i fråga om hygien (karbadusch, äldre människor-personer i sportiga åldrar-småbarn), tvätt (i ho respektive maskin), disk (i balja eller under rinnande vatten).

Många av dessa faktorer undandrar sig en bedömning grundad på intervjuer - därtill är privatlivet för helgat - men besiktning på platsen kan ge en ansats i rätt riktning, och särskilt hushållssammansättningen kan konstateras. Mot denna bakgrund syntes efter noggranna överväganden formel 3 vara att föredra. Dels ger kallvattenförbrukningen totalt sett en antydning om hygienstandarden, dels ger valet inom intervallet 15-25% möjligheter till en viss anpassning.

Formel 4 bedömdes som alltför schematisk, framför allt för småhus.

#### 7.5 Totalförbrukning kontra delposter. Verkningsgraden i värmesystemet

Uppgifterna om oljeförbrukning eller, i förekommande fall, hetvattenleveranser eller elförbrukning, utgör s a s facit

för besiktningen.

Omräkning till normalårsförbrukning har skett med hjälp av gängse uppgifter om antal gradtimmar per år på aktuell ort (Q-värde). Hänsyn till solinstrålning och annan "gratisvärme" tas härvid genom antagandet att innetemperaturen är 17°C, vilket motsvarar en verklig innetemperatur på 21°C. Vid konstaterade övertemperaturer gentemot 21°C borde egentligen justering av Q-värdet göras. Så har inte skett. Individuell bedömning med hänsyn till solinstrålning har inte heller gjorts.

Summan av delposterna för transmission, ventilation och varmvatten måste ställas i relation till den kända totalförbrukningen via antaganden om värmesystemets verkningsgrad. I el- och fjärrvärmefallet ställer sig detta ganska lätt - 100 respektive 99%. I hus med egen oljeeldad värme-panna (72% av materialet) ger rökgasanalys ett värde på förbränningsverkningsgraden och därmed en antydning om årsmedelverkningsgraden. Osäkerheten är dock stor.

Instruktionen har varit att energiomsättningen netto skall räknas för en medelverkningsgrad på oljans värmevärde av 80% lika i SH och FH: Denna siffra är medvetet vald över rimliga genomsnittsvärden för befintliga hus och särskilt för SH. Motivet var att s a s skapa utrymme för frikostigt pessimistiska bedömningar av delposterna. Detta är viktigt att veta om man vill ta steget över från åtgärdsinriktning till bedömning av möjlig besparingspotential på underlag av EPD-materialet.

Faktisk förbrukning har ofta varit svår att fixera. I flera fall besiktigades ett hus bland flera försörjda från gemensam värmeanläggning. Förbrukningen bedömdes då genom proportionering med hjälp av lägenhetsareorna. Några gånger ledde detta till uppenbart orimliga värden. Bortfallet av objekt i den slutliga utvärderingen har detta som huvudsaklig orsak.

## 7.6 Beräkning av total energistatus

Även om uppgifterna om verklig förbrukning ibland måste grundas på bristfälliga uppgifter är de så omutliga. Det är den uppgivna förbrukningen som ska utgöra täljare i kvoten för total energistatus,  $E_F$ . Det är också från den som ändrad förbrukning genom förbättringsåtgärder ska subtraheras då  $E_E$  beräknas.

Uttrycket för  $E_F$  ska studeras, närmast för fallet med individuell oljepanna.

Vi antar en oljeförbrukning  $E_o$  i liter med ett värmeinnehåll brutto på  $w_{Eo}$  kWh/l och en total medelverkningsgrad på  $\eta$ . Vi antar vidare delposter i kWh netto för transmissions-, ventilations- och varmvattenförluster på  $W_{tr}$ ,  $W_{vent}$  och  $W_{vv}$  kWh och kan då skriva:

$$\eta \times w_{Eo} \times E_o = W_{tr} + W_{vent} + W_{vv}$$

Detta är täljaren i uttrycket för  $E_F$ .

Nämnummern består av tre delposter för samma hus byggt enligt SBN 75. Vi kan lätt beräkna  $W_{tr\ 75}$  och  $W_{vent\ 75}$ . För ventilationens del gör vi då antagandet att systemet är så väl injusterat och de boende så energisparmedvetna att individuella vanor inte rubbar den normerade luftomsättningen.

När det gäller varmvattnet blir det svårare. Här föreskriver normen ingenting som kan tas till utgångspunkt. En rimlig ansats är att sätta varmvattenförbrukningen lika i täljare och nämnare.

Låt oss nu ännu en gång ta upp frågan om värmesystemets totala medelverkningsgrad. SBN 75 ger vissa regler beträffande rökgasernas temperatur och  $CO_2$ -halt för oljeeldade värmepannor. Därmed fixeras en teoretisk förbränningsverkningsgrad. Längre kommer vi dock inte med hjälp av normvärden.

Svenska Riksbyggen har genom Bengt Hammargren gjort bedömningen att man i ett nybyggt, väl injusterat och välskött flerbostadshus med god standard på styrutrustningen kan anta en totalverkningsgrad på oljans värmevärde av 80%.

Ett allmänt antagande brukar vara att småhus, hur väl man än sköter dem, ger ca 10% lägre genomsnittlig verkningsgrad än flerbostadshus.

Värmevärdet för eldningsolja 1 är ca 10 kWh/l.

Vid utvärderingen av EPD-materialet har mot denna bakgrund det allmänna antagandet gjorts att man i ett flerbostadshus enligt SBN 75 nyttiggör 8 kWh netto per liter olja och i ett småhus 7 kWh. Siffrorna kan synas höga - ett alternativ vore t ex 7,5 respektive 6,5 kWh, men felet blir systematiskt före och efter åtgärd och relationen FH-SH torde ligga ganska nära verkliga förhållandet.

Vi kan då skriva:

$$\text{för FH} \quad E_F = \frac{8 \times E_o}{W_{tr\ 75} + W_{vent\ 75} + W_{VV}}$$

$$\text{för SH} \quad E_F = \frac{7 \times E_o}{W_{tr\ 75} + W_{vent\ 75} + W_{VV}}$$

Skilda bedömningar av varmvattenförbrukningen påverkar uttrycket för  $E_F$ .  $W_{VV}$  ingår i både täljare och nämnare men kan endast ändra nämnaren numeriskt. Värdet för  $E_F$ ,  $E_E$  och därmed  $(E_F - E_E)$  påverkas då att varmvattenbedömningen. Fel i antaget  $W_{VV}$  ger emellertid endast skenbara ändringar i effekten av föreslagna åtgärder. Räknad i % av  $E_F$  får  $(E_F - E_E)$  samma andel oavsett antaget värde på  $W_{VV}$ .

Resultatet av olika varmvattenantaganden kan belysas med ett exempel ur besiktningsmaterialet, FH15 i region Mellan II:



Formel	1	2	3	4
$W_{VV}$ MWh	16,8	18,7	7,3	31,8
$E_F$	1,55	1,52	1,72	1,36

Om ventilationen enligt avsnitt 7.3 betraktas som restpost fås för samma hus:

Luftoms/h	0,55	0,53	0,73	0,29
-----------	------	------	------	------

I appendix, avsnitt A:3.1.3, diskuteras genomsnittlig varmvattenförbrukning med utgångspunkt från energiberedskapsutredningen (EBU 1975:60-61) och från BFR's underlagsmaterial för EFUD-78 (G4:1978).

Med varmvattenförbrukningen i princip uttryckt enligt formel 4, d v s

$$W_{VV} = q_{VV} \cdot A_L$$

där  $A_L$  är total lägenhetsarea, synes  $q_{VV}$  för FH kunna stängas in i intervallet 55-65 kWh/m<sup>2</sup> ly.år.

EPD-materialet ger för 63 FH ett genomsnittligt

$$q_{VV} = 31 \text{ kWh/m}^2 \text{ ly}\cdot\text{år}$$

med standardavvikelsen 17 och extremvärdena  $q_{VV} = 7$  resp  $q_{VV} = 73$ .

I SH är uttryck av formen 4 knappast rimliga. Med utgångspunkt från EBU och G4:1978 kan genomsnittlig varmvattenförbrukning i småhus uppskattas till 0,80 à 0,90 MWh/person.år. EPD-materialet ger för 25 SH 0,85 MWh/person.år.

Översiktligt kan då formel 3 bedömas ge acceptabla värden för SH men inte för FH. I appendix, avsnitt A:3.2.3, diskuteras beräkningar som stöder antagande av ett konstant  $q_{VV}$  för FH, men något ställningstagande till storleken på  $q_{VV}$  kan inte ske med utgångspunkt från analysen.

En förklaring till de starkt varierande och delvis orimligt låga värdena på antagen varmvattenförbrukning i FH kan vara att  $W_{VV}$  fått fylla funktionen av "restpost" sedan  $W_{tR}$

och  $W_{vent}$  fixerats med utgångspunkt från iakttagelser på platsen.

### 7.7 Översiktlig redovisning av materialet beträffande total energistatus, $E_F$ , och energistatus för transmission, $E_{tr}$

Det bör på nytt påpekas att ett material byggt på besiktning av endast 100 bostadshus och utan slumpmässigt urval statistiskt sett är mycket bräckligt. Med hänvisning till avsnitt 5.3.1 bör konstateras att urvalet av besiktningsobjekt i stor utsträckning styrts av tillfrågade husägares intresse och goda vilja. En allmän uppfattning bland infoledare och besiktningsmän är att många hus representerat en välskött kategori där ägarens intresse för besiktning kan ha gällt bekräftelse på att allt är ganska gott snarare än förslag till genomgripande åtgärder. Från ett besiktigt FH tillhörigt ett kommunalt bostadsföretag, t ex, citeras förvaltaren: "Det här är nog det bästa hus vi har."

Att materialet är litet medför också att någon nämnvärd nedbrytning i delgrupper inte är möjlig. Den intressanta frågan om status för byggnader av visst material, byggnadsår och planform kan t ex inte belysas meningsfullt. Redovisningen i det närmast följande måste läsas med dessa reservationer i minnet. Hela materialet redovisas i tabellform i bilaga 3.

En första rimlig indelning av intresse gäller materialets fördelning på småhus och flerbostadshus.

Tabell 7.7:1 Total energistatus före åtgärd,  $E_F$ , och energistatus för transmission,  $E_{tr}$ , för alla hus, småhus respektive flerbostadshus, hela materialet enligt metod A.

Hustyp/ antal obj	$E_F$			Antal obj	$E_{tr}$		
	Med	Min	Max		Med	Min	Max
Alla (83)	1,68	0,79	3,54	(97)	1,77	1,06	2,81
SH (23)	1,33	0,93	1,92	(29)	1,69	1,06	2,81
FH (60)	1,82	1,05	3,54	(68)	1,81	1,27	2,64

Om medelvärdet för  $E_F$  i FH modifieras för specifik varm-

vattenförbrukning  $q_{VV} = 60 \text{ kWh/m}^2 \text{ ly}\cdot\text{år}$  enligt appendix, avsnitt A:3.2.2, blir  $E_{F_{\text{mod}}} = 1,54$  att jämföra med 1,82.

Medelvärdesberäkningarna är inte korrekta, eftersom  $W_{VV}$  till skillnad från  $W_{tr}$  och  $W_{vent}$  är oberoende av  $Q$ -värdet, men de ger ändå en antydning i rätt riktning.

Med utgångspunkt från sifferparen

$$SH \quad E_F = 1,33 \quad E_{tr} = 1,69$$

$$FH \quad E_{F_{\text{mod}}} = 1,54 \quad E_{tr} = 1,81$$

kan den försiktiga slutsatsen dras att minskning av transmissionsförlusterna kan ge väsentliga bidrag till en minskad total  $E_F$ . Redovisningen av åtgärdsförslagen kommer att visa en stark preferens för förbättringar av klimatskärmen.

De lägre värdena för FH sammanhänger rimligtvis, för  $E_{tr}$  direkt och för  $E_F$  indirekt, med att kravförändringen för  $k$ -värden i SBN 75 jämfört med äldre normer är väsentligt större för hus av tunga material än för trähus.

Det kan mot denna bakgrund vara intressant att göra motsvarande jämförelser vid en uppdelning av materialet i hus byggda före respektive efter 1950 men man bör notera hur kraftigt underlaget krymper, särskilt för de äldre husen. Årtalet 1950 är valt med hänsyn dels till det kraftigt ökade bostadsbyggandet vid denna tid och därav följande ändringar av statliga finansieringsregler, dels till den första regleringen av krav på värmemotstånd i byggnadsdelar, i BABS 1950.

Tabell 7.7:2 Energistatus för transmission,  $E_{tr}$ , för hus byggda före resp efter 1950. Enligt metod A.

Hustyp/ antal obj	Före 1950			Antal obj	Efter 1950		
	Med	Min	Max		Med	Min	Max
Alla (32)	2,05	1,59	2,81	(65)	1,63	1,06	2,30
SH (8)	2,34	1,90	2,81	(21)	1,44	1,06	2,30
FH (24)	1,96	1,59	2,48	(44)	1,73	1,27	2,64

Skillnaderna mellan äldre och yngre hus är som synes betydligt större för SH än för FH. Normer och introduktionen av

nya isoleringsmaterial kring 1950 kan förklara detta medan ju te xytterväggar av 1 1/2-stens tegel godto gs to m SBN 67.

### 7.8 Jämförelse mellan specifik energiförbrukning och total energistatus

Det har varit vanligt att översiktligt bedöma en byggnads energistatus genom att studera genomsnittlig oljeförbrukning per m<sup>2</sup> lägenhetsyta och år. Inom vissa förvaltningsföretag finns en mycket omfattande statistik i detta avseende, framförallt för flerbostadshus.

I det föregående har tidsåtgången och risker för detaljfel vid det aritmetiska arbetet i samband med energistatusberäkningar noterats.

Generellt sett bör det råda någotsånär linjära samband mellan specifik energiförbrukning, antingen den uttrycks i liter olja per m<sup>2</sup> lägenhetsyta och år eller i kWh per m<sup>2</sup> lägenhetsyta och år, och total energistatus beräknad enligt EPD's definition.

Frågan diskuteras närmare i appendix, där ansatser till generaliseringar och en modell för grafisk statusbedömning byggd på specifik energiomsättning redovisas.

### 7.9 Skillnader i uppskattning av transmissionsstatus enligt metod A respektive metod B

Vid besiktning enligt betod B har värmemotståndet mot transmission nästan genomgående bedömts lägre än enligt metod A. Som nämnts i avsnitten 4.5 och 5.3.4 har besiktningsslagen B övertagit de värden som gäller installationer från respektive besiktningsslag A. Jämförelsen mellan A- och B-metoden måste och kan därför renodlas till bedömningarna av  $E_{tr}$ .

Tabell 7.9:1 Energistatus för transmission före åtgärd enligt metod A respektive metod B

Hustyp	E <sub>tr</sub> enl metod A			E <sub>tr</sub> enl metod B			$\frac{E_{tr\ B}}{E_{tr\ A}}$ medel
	Med	Min	Max	Med	Min	Max	
Alla (33)	1,75	1,06	2,32	1,96	1,34	3,10	1,12
SH (9)	1,52	1,06	2,32	1,83	1,34	3,10	1,20
FH (24)	1,84	1,37	2,12	2,01	1,58	2,57	1,09

Trots materialets kvantitativa och urvalsmässiga begränsningar finns det skäl att peka på den högre kvot för  $E_{trB}:E_{trA}$  som gäller för småhusen. Värmekameran ger bl a möjligheter att upptäcka "dolda" fel genom att den med stor känslighet kan registrera skillnader i yttemperaturer på en byggnads omslutningsytor. Flerskiktsväggar, t ex regelkonstruktioner med mineralullsisolering, som är vanliga i småhus, ger lättare upphov till luftläckage och varierande värmemotstånd och därmed varierande yttemperaturer än väggar av murtegel eller lättbetong som dominerar bland de äldre flerbostadshusen.

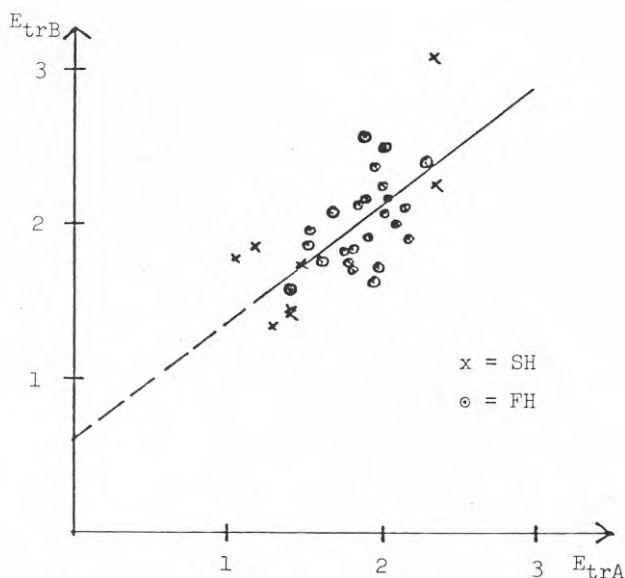
Det är frestande att söka ett matematiskt samband mellan  $E_{trA}$  och  $E_{trB}$ .

Linjär regressionsanalys enligt "minsta kvadratmetoden" för sambandet mellan  $E_{tr}$  enligt metod A respektive B för hela materialet (33 hus) ger sambandet

$$E_{trB} = 0,63 + 0,76E_{trA}$$

$$\text{Korrelationskoefficienten } r = 0,68$$

Ekvationen innebär att skillnaderna i bedömning mellan metod A respektive B är större vid låga värden på  $E_{tr}$  än vid höga.  $E_{trA} = 1,00$  ger  $E_{trB} = 1,39$  medan  $E_{trA} = 2,00$  ger  $E_{trB} = 2,15$ . Tendensen synes stämma med det rimliga antagandet att ett "bra" hus kan ha fler dolda fel än ett dåligt, eller, annorlunda uttryckt, ju bättre ett hus förefaller vara desto mer litat man enligt metod A på konstruktionshandlingar, andra teoretiska uppgifter och kanske på prydliga ytskikt.



Figur 7.9:1 Regressionslinjen för sambandet mellan  $E_{trA}$  och  $E_{trB}$

Att med utgångspunkt från ett så litet material som 33 utvärderingsbara termograferingar avgöra om värmefotografering i samband med energibesiktning är motiverad eller ej är omöjligt. Rent allmänt förefaller termografering vara en överkvalificerad metod för bedömning av enstaka befintliga hus, särskilt småhus.

I vissa fall kan värmefotografering vara motiverad. Ett exempel kan vara tvistefrågor rörande energisparstöd, då man vid en okulär besiktning uppskattat ett värmemotstånd över gränsen för det "erforderliga".

Som pedagogiskt hjälpmedel vid utbildning av besiktningsförrättare kan värmekameran knappast överskattas.

Ett steg närmare värderingen av metod B kan möjligen tas genom studium av hur åtgärdsförslagen fördelas inom A- respektive B-grupperna.

### 7.10 Föreslagna åtgärder. Jämförelse mellan metod A och B

Planverkets rapport "Energihushållning i befintlig bebyggelse" förtecknar totalt 51 olika förbättringsåtgärder. Av dessa förekommer 26 inom EPD-materialet med frekvenser varierande mellan 1 och 45. Koderna för de 26 åtgärdstyperna redovisas i bilaga 4.

Tabell 7.10:1 De 6 vanligaste åtgärdsförslagen enligt metod A

Åtgärdstyp	SH		FH		SH + FH	
	Antal	% av(00)	Antal	% av(00)	Antal	% av(00)
B2 Värmeisolering av vindsbjälklag	9	36(25)	36	55(65)	45	50(90)
G1 Inreglering av värmesystem	3	14(21)	30	46(65)	33	38(86)
B3 Värmeisolering av ytterväggar (ovan mark)	5	20(25)	27	42(65)	32	36(90)
G5 Driftkontroll och injustering av oljeeldade värmepannor	5	29(17)	13	25(51)	18	26(68)
A7 Tätning av öppning mellan fönsterbåge och karmfals (mellan dörrblad och karmfals)	2	8(25)	14	22(65)	16	18(90)
G9 Byte av oljebrännare för att uppnå bättre verkningsgrad	2	12(17)	10	20(51)	12	18(68)

Att B3 är en av de 6 vanligaste åtgärderna och dessutom nästan ligger på delad andra plats kan förvåna. Ett närmarstudium av tabell 7.10:2 sid 47 visar emellertid en koncentration till FH i region VÄST och SYD (19 av 32 gånger). För dessa grupper är  $E_{tr}$  förhållandevis hög, i båda fallen genomsnittligt 1,90.

Något överraskande är vidare att injustering (G1) inte föreslås i mer än knappt hälften av alla FH och därmed hamnar efter tilläggsisolering av vindsbjälklag (B2). Vi kan emellertid i tabell 7.10:2 konstatera en regionvis mycket ojämn fördelning av åtgärd G1 och vågar förmoda att detta kan förklaras med tillgång på, respektive avsaknad av, be-

siktningmän med specialkompetens på området. Antag att antalet G1 i regionerna MELLAN I och VÄST legat kring 10 som i de andra regionerna, där inregleringsspecialister ingick i lagen. Vi hade då fått ca 50 inregleringsförslag av "65 möjliga" FH, vilket bättre stämmer med den allmänt omfattade bedömningen av behovet på detta område.

Att åtgärd G5, injustering av oljeeldade värmepannor, endast rekommenderas i vart fjärde hus med sådant värmesystem stämmer inte med EPD's allmänna erfarenheter. Enligt dessa kan minst 60% av alla oljepannor ges förbättrad drift med enkla åtgärder. Åtgärd G9, däremot, byte av oljebrännare, föreslås med nästan exakt samma procentuella andel som i det mycket stora EPD-materialet för panntrimning.

Beträffande A7, tätning mellan fönsterbåge och karmfals, kan den oväntat låga andelen förklaras av det skeva urval av besiktningsobjekt som kommenterats i avsnitten 5.3.1 och 7.7. Utan stöd av skriftlig dokumentering bör här återges en iakttagelse från flera besiktningsmän att husen "ofta nyligen åtgärdats med tätningslister".

Tabell 7.10:2 ger ytterligare intressanta aspekter på vad vi kunde kalla ojämna regionala preferenser. Redan i avsnitt 6.2 nämndes som ett exempel att åtgärden C3, komplettering av 2-glasfönster med ytterligare en båge, under hösten föreslagits för 7 objekt inom samma region, och endast där. Under våren tillkom ett förslag i annan region. Vi ser i tabellen att åtgärden följs upp av 7 förslag till åtgärd C4, förbättring av värmeisolering i bröstning till fönsterdörr. Det är svårt att frigöra sig från tanken på förkärlek för en viss typ av åtgärd snarare än på en koncentration av dåliga fönster i en viss del av landet.

Förslag till åtgärden H1, injustering av luftflöden till i SBN 75 angivna värden, koncentreras till region MELLAN I med 8 av 9 fall. Regionens besiktningslag omfattade en specialist på området, och vid besiktningskonferensen (avsnitt 6.6) ställdes symptomatiskt nog en fråga om förslagskvantiteten för H1 i övriga regioner av en representant för just besiktningslag MELLAN I.



Exemplen kan mångfaldigas och ger sig vid studium av tabell 7.10:2. Även tabellerna i bilaga 3 är intressant läsning i detta avseende. Regionvis förekommer hela sviter av åtgärdsförslag med anmärkningsvärd frekvens.

Tabell 7.10:2 Föreslagna åtgärder enligt metod A

Region Åtgärd <sup>+/</sup>	NORR			MELLAN I			MELLAN II			VÄST			SYD			Summa
	SH	FH	SH+FH	SH	FH	SH+FH	SH	FH	SH+FH	SH	FH	SH+FH	SH	FH	SH+FH	
A 1	1		1													1
A 3	1		1										1		1	2
A 4		1	1													1
A 7		4	4		4	4		2	2				2	4	6	16
B 1								2	2							2
B 2	1	2	3	1	14	15	2	6	8	3	6	9	2	8	10	45
B 3		2	2		2	2	1	4	5	2	9	11	2	10	12	32
B 4		1	1					2	2					1	1	4
B 5														1	1	1
C 1										4		4				4
C 2					3	3							1	3	4	6
C 3		7	7													7
C 4		7	7													7
G 1	1	10	11				1	10	11		3	3	1	7	8	33
G 2	1	1	2													2
G 3	1		1					4	4		1	1		1	1	7
G 4		2	2				1		1	1	1	1				4
G 5		2	2		1	1		1	1	2	3	5	3	6	9	18
G 8														1	1	1
G 9		1	1		1	1	1	5	6	1	2	3		1	1	12
H 1		1	1		8	8										9
H 4														1	1	1
H 5					2	2										2
H 7		2	2													2

+/  
Åtgärdslisterna enligt planverkets rapport "Energihushållning i befintlig bebyggelse". Se även bilaga 4 till denna rapport.

Det närmast föregående får inte under några förhållanden uppfattas som raljans med EPD's besiktningsmän. Tvärtom kan man se koncentrationen på vissa åtgärder hos den enskilda besiktningsgruppen och differenserna mellan grupper-

na som tecken på samvetsgrant arbete grundat på individuell sakkunskap. Framför allt bör spridningen emellertid ses som uttryck för det utomordentligt svåra i uppgiften att efter en mödosam statusbedömning (som i sig rymmer många osäkra moment) våga sig på åtgärdsförslag som gör det bästa möjliga av situationen.

En naturlig slutsats blir emellertid också att utbildning av besiktningsförrättare måste innebära en vidsträckt "allmänbildning" på hela byggnads- och installationsteknikens områden.

Tabell 7.10:3 Föreslagna åtgärder inom grupperna A, B och C för de hus där både besiktningsmetoderna A och B tillämpats, A/B (35 hus)

Åtgärd	NORR			MELLAN I			MELLAN II			VÄST			SYD			S:a
	SH	FH	SH+FH	SH	FH	SH+FH	SH	FH	SH+FH	SH	FH	SH+FH	SH	FH	SH+FH	
A 3	1/		1/				/1	/1	/2	/1	/3	/4	1/1		1/1	2/7
A 4								/2	/2					/1	/1	/3
A 5								/1	/1		/1	/1				/2
A 6								/1	/1							/1
A 7	/1	1/	1/1		1/1	1/1	/2	/3	/5	/1	/3	/4	1/	2/4	3/4	5/15
B 1														/1	/1	/1
B 2	1/1	1/1	2/2		4/2	4/2		3/1	3/1	1/2	2/	3/2		2/1	2/1	14/8
B 3	/1	2/3	2/4		1/1	1/1		1/2	1/2	1/2	3/3	4/5		2/4	2/4	10/16
B 4	/1	1/	1/1					1/1	1/1					1/	1/	3/2
B 5													1/		1/	1/
C 1											1/1	1/1				1/1
C 2		/1	/1		1/	1/										1/1
C 3	/1	4/4	4/5													4/5
C 4		3/	3/													3/

Tabell 7.10:3 redovisar regionvis åtgärdsförslag för de hus som besiktigats både enligt metod A och metod B. Vi skall diskutera några av de åtgärder som hör till de 6 mest frekventa enligt tabell 7.10:1, A7, B2 och B3, den tidigare speciellt nämnda C3 samt åtgärden A3. Åtgärderna G1, G5 och G9 berörs inte av besiktning enligt metod B.

A7, tätning mellan fönsterbåge och karm, har oftare föreslagits som åtgärd efter B-besiktning. Värmekameran har

mycket goda förutsättningar att avslöja luftläckage, t ex vid otäta fönster.

Samma synpunkter gäller för åtgärden A3, tätning av ytterväggar av trä.

B2, tilläggsisolering av vindsbjälklag, föreslås genomgående oftare efter metod A än vid termografering, vilket är överraskande. Dålig vindsisolering är förhållandevis lätt att konstatera genom okulärbesiktning, men ingenting talar för att inte också termografering skulle avslöja brister. En förklaring, anförd av termograferingslagen, är att andra åtgärder, särskilt B3, getts högre prioritet än B2 efter termografering. Förhållandet har inte specialstuderats vid utvärderingen.

För åtgärden B3, värmeisolering av ytterväggar, överväger metod B, dock inte signifikant. Här är ett av de fall där värmekameran ger speciella bedömningsmöjligheter. Det kan kanske synas överraskande att FH dominerar åtgärd B3 även enligt metod B. Här bör man emellertid beakta att åtgärden A3 delvis fyller B3:s syften; ett trähus kan ha en acceptabel värmeisolering, som med hjälp av tätning kan ge väggar med bra totalt värmemotstånd.

Det tidigare diskuterade åtgärdsförslaget C3, slutligen, komplettering med en tredje fönsterbåge, får ungefär samma stöd av besiktningslagen A och B.

Sammanfattningsvis kan beträffande åtgärdsförslag enligt metod A respektive B konstateras att inga entydiga tendenser kan utläsas. Några flagranta förbiseenden vid okulärbesiktning, som värmekameran sedan avslöjat, kan inte noteras annat än möjligen ifråga om åtgärderna A3 och A7.

Det bör avslutningsvis ännu en gång betonas att det pedagogiskt skulle vara utomordentligt värdefullt att i samband med utbildning vidga en "okulärbesiktningsmans" erfarenhet och vidsyn med hjälp av värmekamerastudier på fältet.



## 8 SLUTSATSER OCH REKOMMENDATIONER

### 8.1 Energistatus

Redovisningen har i stor utsträckning kretsat kring energistatusbegreppet - så mycket kanske att andra viktiga aspekter på besiktning kommit i skymundan.

Fastställande av en total energistatus för en byggnad kan tänkas ha några viktiga funktioner sett från samhällets synpunkt:

- 1 För det första skulle den kunna ge en anvisning om huruvida en byggnad överhuvudtaget bör detaljbesiktigas eller med andra ord tjäna som ett prioriteringsmedel.
- 2 För det andra kan en väldefinierad total energistatus tänkas använd som kriterium för insättande av statligt stöd på detaljnivå.

Redan inledningsvis konstaterades, i avsnitt 2.1, hur oupplösligt energiomsättningen i en byggnad är förenad med dess brukare och deras vanor (och ovanor).

EPD's blanketter och instruktionerna för deras ifyllande och bearbetning utformades med en renodling av byggnadens fysiska egenskaper som mål.

Mycket snart visade det sig att arbetet på fältet, men framför allt vid besiktningsmännens skrivbord, tog mer tid i anspråk än vad som förutsetts. Ett stort antal aritmetiska operationer tenderade att stjäla tid från besiktningens viktigaste moment: åtgärdsförslagen.

Samtidigt visar en teoretisk analys av situationen kombinerad med erfarenheter och värden från fältet att ingen renodling av de fysiska egenskaperna kan frigöra total energistatus från så brukarpåverkade termer som t ex omedvetet eller medvetet felaktiga uppgifter om förbrukning eller antaganden om varmvattenåtgången i ett hushåll eller en flerbostadsfastighet.

Det bland stora förvaltningar gängse sättet att bedöma "åtgärdsomognad" hos ett bostadshus är att beräkna dess bränsle- (eller motsvarande) förbrukning per m<sup>2</sup> lägenhetsyta och år. HSB och Svenska Riksbyggen har en ytterst omfattande statistik i dessa termer. Mot den bakgrunden har ett generaliseringsförsök genomförts i appendixform och en grafisk modell för enkel statusbedömning har skisserats.

Några rekommendationer är:

- att använda specifik energiförbrukning per m<sup>2</sup> lägenhetsyta och år som allmänt kriterium för en byggnads energimässiga status och som prioriteringsgrund för besiktning,
- att vid besiktning söka renodla svagheter i de enskilda byggnadsdelarnas isolering och täthet och diagnostisera det värmeproducerande systemets effektivitet och värmedistributionens och ventilationssystemets balans,
- att, sedan de tekniskt åtkomliga förlusterna renodlats och summerats och åtgärder eventuellt föreslagits, också notera brukarpåverkade förluster och via besiktningsmannen eller organ som denne rapporterar till sätta in erforderlig information och propaganda i energihushållande syfte.

## 8.2 Hjälpmedel och metoder

Rekommendationer:

- EPD's blanketter måste inte minst mot bakgrund av synpunkterna i närmast föregående avsnitt överarbetas och förenklas. En synpunkt framförd under besiktningskonferensen (6.6) av en av EPD's besiktningsmän är att även om en förenklad blankett kommer att användas vid storskalig besiktning, den ursprungliga EPD-blanketten har goda "pedagogiska" egenskaper. Den borde därför även framgent kunna tjäna som läromedel vid utbildning av besiktningsmän.
- Ansatserna i appendix bör fullföljas genom försök på fältet parallellt med studier av ofullständigt genomarbetade moment och utveckling av diagram för andra vanliga typer av bostadshus.

- Instrumentutrustningen kan i stora drag behållas. Värme-kameran utesluts som rutinmässigt hjälpmedel och får re-sursfunktion vid tvister eller besiktning av mycket sto-ra ensartade objekt: grupphusområden eller flerbostads-husområden med enhetlig byggnadsteknik. En bedömning är också att värmefotografering med stor fördel skulle kun-na användas vid utbildning av besiktningspersonal.

### 8.3 Åtgärdsförslag

EPD's erfarenhet visar att åtgärdsdelen av verksamheten är den mest kritiska, och intervjuer med besiktningsmännen pekar på två svaga punkter:

- Det ekonomiska underlaget är f n för bristfälligt.
- Ansvarsförhållandet mellan besiktningsman och husägare måste preciseras.

En bedömning är att en betydelsefull åtgärd för att minska dessa svårigheter är att omge det statliga energisparstö-det med regler som såvitt möjligt är entydiga och enkla men som också rimligt svarar mot en erfaren yrkesmans vär-deringar.

Med sådana regler som stöd skulle en tänkbar besiktnings-gång kunna vara:

- Besiktningsmannen sköter i utgångsläget kontakten med husägaren per telefon och/eller korrespondens med sikte på en "grafisk" energistatusbedömning. Om besiktning be-döms motiverad fortsätter handläggningen.
- Besiktningsmannen studerar tillgängliga handlingar, be-söker objektet och gör sina rent tekniska bedömningar och beräkningar.
- Byggnadens energimässiga egenskaper vägs mot gällande regler för energisparstöd och finansieringsförutsätt-ningarna från den synpunkten klarläggs.
- Besiktningsmannen uppskattar totalkostnaden för sådana åtgärder som kan komma i fråga för statligt stöd och de därav följande minskningarna av energikostnaderna.

- Besiktningsmannen säger: "Rent tekniskt kan man göra A och B. För det får man x och y kronor i bidrag och lån. Totalt kostar de åtgärderna emellertid z kronor, och  $z-x-y$  måste du själv skjuta till eller låna på normala villkor. Dina oljeräkningar blir mindre och med dagens oljepris har du tjänat in det här på t år. Men du måste själv bestämma. Den här blanketten kan du lämna till förmedlingsorganet. Då får du  $x+y$  kronor utan vidare besvär. Dessutom tycker jag att du själv ska sota din värme-panna då och då och så ska du sätta tätningsslister på dina fönsterbågar. Det står i de här EPD-häftea hur man ska göra."

#### 8.4 Utbildning av besiktningsmän

En byggnads energiomsättning beror (förutom på brukarinflytandet) på en komplicerad samverkan mellan byggnadens egna tekniska egenskaper och de installationer som svarar för uppvärmning, ventilation och varmvattenförsörjning. En energimässig besiktning måste därför utföras av personer med kompetens på både det byggnadstekniska och det VVS-tekniska området. I dagsläget finns det knappast enskilda tekniker med utbildning på båda områdena och ännu mindre sådana med den gedigna praktiska erfarenhet som är önskvärd. Diskussionen i avsnitt 7.10 har också antytt att spridningen av specialkunnandet inom respektive huvudfack är sådant att det påverkar åtgärdsprioriteringen. Utöver det självklara behovet av vidareutbildning med direkt inriktning på besiktningsrutiner kan man därför ställa krav på en breddning av respektive besiktningsmans rent tekniska kunnande.

På längre sikt talar mycket för utbildning på grundnivå med en bred energiteknisk inriktning. Besiktningsväsendet skulle vara en bland många avnämare till sålunda utbildad personal.

I dagsläget finns egentligen bara två möjligheter:

- Besiktning utföres, som i EPD's fall, av lag med en bygg- och en VVS-tekniker. Kvalitetsmässigt är det en



god lösning, men resursmässigt är den krävande.

- Besiktning utföres av byggt tekniker som vidareutbildats inom VVS-facket eller vice versa. Detta låter sig säkert göras, men kvar står bristen i den yrkesmässiga erfarenheten av det "nya" facket.

EPD har inte prövat den senare möjligheten och kan alltså inte uttala någon åsikt grundad på erfarenhet. Däremot kan konstateras att åtminstone allmänbildning på det "främmande" området, det må vara byggnadsteknik eller VVS-teknik, är en nödvändig förutsättning för besiktningsverksamhet. Mängder av exempel kan ges på täta och reversibla samband mellan byggnaden och dess installationer. Dessa samband är nödvändiga att känna till, inte minst då man föreslår åtgärder.

Värmefotografering kan bli ett viktigt hjälpmedel vid utbildning både av byggnads- och VVS-tekniker. Termografering illustrerar på ett pedagogiskt enastående sätt var en byggnads svaga punkter finns och kan spela en avgörande roll vid erfarenhetsuppbyggnaden hos besiktningsmännen.

En besiktningsman bör ha en gedigen yrkesmässig erfarenhet av byggnader och/eller installationer. I många fall kan detta innebära att han inte sysslat nämnvärt med beräkningar sedan en kanske avlägsen skoltid. Energibesiktning måste rymma en hel del räknearbete. Ingen avancerad matematik behövs, men en väl uppövad aritmetisk färdighet. EPD's erfarenheter tyder på att området måste ges en viss tyngd i utbildningen av besiktningsmän och ett förslag är att den ursprungliga EPD-blanketten utnyttjas som räkneexempel, även om de definitiva blanketterna ges ett mindre analytiskt innehåll.

Det är också viktigt att blivande besiktningsmän ges en ingående träning i ekonomiskt tänkande med särskild tonvikt på sambanden mellan investeringar, kapitalkostnader och livslängd å ena sidan och mellan fastighetsekonomi och samhällsekonomi å den andra.

Ingående utbildning beträffande energisparstöd och bostadsfinansiering är nödvändig. Särskild omsorg måste ägnas åt att de bakomliggande sammanhangen klarläggs, så att besiktningsmannen "förstår" varför en viss regel fått en viss utformning.

Det är också viktigt, och sannolikt psykologiskt gynnsamt, att betona att energibesiktning är ett pionjärarbete och att intim växelverkan mellan myndighetsdirektiv och besiktningserfarenheter under många år måste vara en hörnsten i verksamheten.

sid 1  
EPD blankett 7

PROTOKOLL FRÅN BESIKTNING

1 Fastighetsägare  
*Mälarmästare Harald Johansson*

3 Adress  
*Eskilsgatan 3A*

5 Postadress  
*Uppsala*

6 Telefon  
*018/....*

2 Ort  
*Kungsör* | *MII: FH5*

4 Tidpunkt för besiktning  
*... .. kl.*

7 Adress till fastighet  
*Drottninggatan 21 A-C*

8 Fastighetskötare  
*S. Pettersson*

9 Adress  
*Drottninggatan 21C*

11 Postadress  
*Kungsör*

12 Telefon  
*0227/....*

10 Besiktningsmän  
*Rune Jansson, Rolf Karlsson*

13 Telefon  
*08/340520 031/420400*

BERÄKNING AV YTOR M.M.

14 Byggnadsår	<i>1946</i>	
15 Antal lägenheter	<i>22 + 4 butiker</i>	
16 Boendetäthet	<i>1,7 p/lgh</i>	
17 Byggnadsyta	<i>648</i>	m <sup>2</sup>
18 Lägenhetsyta	<i>1555</i>	m <sup>2</sup>
19 Byggnadsvolym	<i>6900</i>	m <sup>3</sup>
20 Total omslutningsyta	<i>2584</i>	m <sup>2</sup>
därav 21 vindbjälklag	<i>648</i>	m <sup>2</sup>
22 fönster, fönsterdörrar	<i>256</i>	m <sup>2</sup>
23 ytterdörrar	<i>36</i>	m <sup>2</sup>
24 källarväggar	<i>262</i>	m <sup>2</sup>
25 bottenplatta, källargolv	<i>648</i>	m <sup>2</sup>
26 ytterväggar	<i>734</i>	m <sup>2</sup>

BERÄKNING AV K-VÄRDEN

27

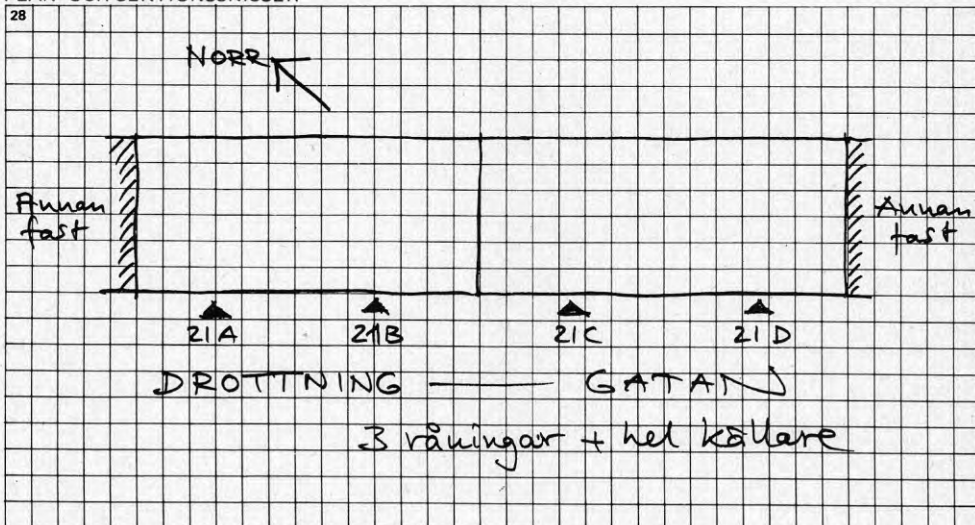
*20 bty + 13,5 slag + 0,6 bty : 0,25 + 0,2 \* 0,15 + 0,05 \* 1,7 \* 0,25 = 1,2*  
→ *k = 1,05*

*viketat, eul. Lathundar k = 1,43*

*eul. tab 1:4 → k = 0,36*

*puts + 25 lätbty + puts, eul. l.h k = 0,70*

PLAN- OCH SEKTIONSSKISSER



sid 2  
 VÄRMEFÖRBRUKANDE SYSTEM, FAKTA

## TRANSMISSION

29 Grådtim/år 94.990 °Ch/år	Enl. konstr.-data				Enl. SBN -75				Brister i förh. t. konstr.-dat.	»Verkl.» data		
	32 yta m <sup>2</sup>	33 k-värde W/m <sup>2</sup> ·°C	34 vä-avg. W/°C	35 vä/år MWh	36 k-värde W/m <sup>2</sup> ·°C	37 vä-avg. W/°C	38 vä/år MWh	39		40 k-värde W/m <sup>2</sup> ·°C	41 vä-avg. W/°C	42 vä/år MWh
30 Specifikt värme kJ/kg, °C				29 x 34 10 <sup>6</sup>			29 x 37 10 <sup>6</sup>					29 x 41 10 <sup>6</sup>
31 Detalj			32 x 33			32 x 36					32 x 40	
Vindsbjlag	648	1,05	680	65	0,20	130	123	Juga, = k.data				65
Yttervägg	734	0,7	514	49	0,30	220	209	- " -				49
Fönster, f.dörrar	256	3,0	768	73	2,0	512	48,6	- " -				73
Ytterdörrar	36	1,5	54	5	1,0	36	34	- " -				5
Källarväggar	262	1,43	375	36	0,30	79	7,5	- " -				36
Källargolv	648	0,36	233	22	0,30	194	18,5	- " -				22
43 Summa				44 250			45 111					46 250

## LUFTOMSÄTTNING, VÄRMVATTEN

47 Densitet, luft kg/m <sup>3</sup>	Enl. konstr.-data				Enl. SBN -75				Brister i förh. t. konstr.-dat.	»Verkl.» data		
	49	51 volym m <sup>3</sup>	52 flöde m <sup>3</sup> /h	53 flöde m <sup>3</sup> /år	54 vä/år MWh se anm.	55 flöde m <sup>3</sup> /h	56 flöde m <sup>3</sup> /år	57 vä/år MWh se anm.		58	59 flöde m <sup>3</sup> /h	60 flöde m <sup>3</sup> /år
48 0,36 x 10 <sup>-6</sup>	0,064											
50 Detalj												
62 Ventilation		2200			75	2200		75				75
63 Varmvatten 15% av 3550/år				533	34		533	34				34
64 Summa				65 109			66 109					67 109

## ENERGISTATUS, TOTAL FÖRBRUKNING

68 Energist. E Totalförbr.	69	70 E = 1,55 359 71	72 E = 1 220 73	$E_F = \frac{440}{220} = 2,00$	74 E = 1,55 359 75
-------------------------------	----	-----------------------	--------------------	--------------------------------	-----------------------

## VÄRMEDPRODUCERANDE SYSTEM, FAKTA

76 Detalj	79 Typ e. dyl.	Enl. SBN -75			Brister i förh. t. konstr.-dat.	»Verkl.» förbr.		
		80 verkn. grad %	81 olja/år m <sup>3</sup> /år	82 vä/år MWh		83	84 verkn. grad %	85 olja/år m <sup>3</sup> /år
77 Panna	Oljeeldad	87 88		88		89 75	55	90 440
78 Värmedistr.	Vattenburet							

## ANMÄRKNING

*54 = 52 x 29 x 48	**54 = 53 x 49	71 = 44 + 65	73 = 45 + 66	75 = 46 + 67	*gäller ventilation
*57 = 55 x 29 x 48	**57 = 56 x 49	70 = $\frac{71}{73}$	72 = $\frac{73}{73} = 1$	74 = $\frac{75}{73}$	*gäller varmvatten
*61 = 59 x 29 x 48	**61 = 60 x 49				



sid 4

## SAMMANFATTNING

157

INSTRUKTION FÖR ANVÄNDANDE AV EPD-BLANKETT 7, "PROTOKOLL FRÅN BESIKTNING"Inledning

EPD-blankett 7, "Protokoll från besiktning", omfattande fyra sidor skall utgöra det slutliga dokumentet från var och en av de 135 besiktningarna inom EPD-verksamheten. Den skall användas såväl i metod A som i metod B. Den ifyllda blanketten skall ge information om byggnadens energistatus och rekommendationer om lämpliga åtgärder för att förbättra denna.

Erhållet underlag från fastighetsägaren och protokoll från den praktiska besiktningen, EPD-blanketterna 11-17, skall ligga till grund för ifyllandet.

Det bör observeras att blanketten ifylls av bygg- och VVS-besiktningsmannen i samarbete.

Av olika skäl har en sidnumrering valts som vid ett första påseende kan tyckas litet förbryllande. I hopvikt form syns endast sidan 1. Om formuläret viks ut syns från vänster räknat sidorna 2, 3 och 1. Sidan 4 återfinns på baksidan till sidan 1.

Sidan 1

Pos 1-13: Uppgifter för identifiering av besiktningsprotokollet

Pos 14: Byggnadsår

Pos 15: Antal lägenheter

Pos 16: Boendetäthet

Boendetätheten anger hur många personer som i genomsnitt bor i varje lägenhet i byggnaden. Den uttrycks alltså i personer per lägenhet, och fås genom att dividera antalet invånare med antalet lägenheter.

Pos 17: Byggnadsyta

Byggnadsytan är den markyta som upptas av byggnaden.

Pos 18: Lägenhetsyta

Lägenhetsytan är överslagsmässigt 80-85 % av byggnadsytan multiplicerat med antalet våningar.

Pos 19: Byggnadsvolym

Byggnadsvolymer är den volym som begränsas av den totala omslutningsytan, se nedan.

Pos 20: Total omslutningsyta

Den totala omslutningsytan är ytan av byggnadens klimatskärm och utgörs av de delytor som beskrivs i punkterna 21-26 nedan.

Pos 21: Vindsbjälklag

Pos 22: Fönster, fönsterdörrar

Pos 23: Ytterdörrar

Pos 24: Källarväggar

Pos 25: Bottenplatta, källargolv

Pos 26: Ytterväggar

Pos 27: Beräkning av k-värden

I bil 1-4 finns "lathundar" för uppskattning av k-värdena till delytorerna i klimatskärmen enligt pos 21-26 om dessa ej finns angivna i handlingarna. Det skall klart anges vilka av typkonstruktionerna enligt bilaga <sup>(4-5)</sup> som valts att gälla för den aktuella byggnaden.

I de allra flesta fall bör det vara möjligt att med hjälp av nämnda "lathundar" ta fram de aktuella k-värdena. Om emellertid detta ej är möjligt kan k-värdena beräknas med hjälp av kapitel 33 i SBN 75 samt "Kommentarer till SBN, Energihushållning m m". Aktuella delar av SBN i bilaga 6. Kommentarer utdelas i ett exemplar per besiktningsgrupp.

Pos 28: Plan- och sektionsskisser

Plan- och sektionsskisser uppritas över byggnaden. Syftet med dessa skisser är att de skall ge en viss uppfattning för läsaren av protokollet om byggnadens utseende och uppbyggnad, men även vara till hjälp för besiktningsförrättarna. Av planskissen bör bl a framgå byggnadens geografiska orientering.



Sidan 2

Denna sida är uppdelad i två huvudavdelningar, nämligen "Värmeförbrukande system, fakta" och "Värmeproducerande system, fakta". När denna sida är ifylld bör man ha en klar bild över byggnadens energisituation eller energistatus. Nedan går blankettens ifyllande igenom punkt för punkt efter de positionsnummer som finns på blanketten.

Pos 29: Gradtimmar/år

Antalet gradtimmar per år fås ur VVS-handboken sidan 7:28, där den uttrycks som funktion av årets normaltemperatur för platsen ifråga. Årets normaltemperatur fås ur tabell 7:1 i VVS-handboken.

Uppvärmningen antas ske endast till 17°C, då resten av värmebehovet normalt täcks av värmeavgivning från människor, el, sol etc. Detta är ett allmänt vedertaget antagande i detta sammanhang.

Exempel:

Normaltemperaturen för året för MalMBERGET är +0,2°C, vilket fås ur tabell sidan 7:1. I tabell sidan 7:28 ligger således MalMBERGETS antal gradtimmar per år mellan 139 100<sup>0</sup>Ch och 148 300<sup>0</sup>Ch, d v s mellan värdena för normaltemperaturerna 0 och +1°C. Genom linjär interpolering kan den exakta siffran erhållas om så önskas:

$$139\ 100 + \frac{1-0,2}{1-0} \cdot (148\ 300 - 139\ 100) = 146\ 460^{\circ}\text{Ch/år}$$

Antalet gradtimmar för EPD-orterna finns i bilaga 7.

Pos 30: Specifikt värme

Specifika värmets för luft användes för att värmebehovet för ventilationsluftens uppvärmning skall kunna beräknas. Specifika värmets (cp) för luft är beroende av tryck och temperatur, men kan i detta sammanhang sättas konstant till 1 kJ/kg°C.

Pos 31: Detalj, typ

I denna kolumn införs de olika byggnadsdelar som finns i byggnaden, såsom tak, väggar, fönster och golv enligt sidan 1, punkt 21-26.

Pos 32: Yta

I denna kolumn införs den sammanlagda ytan uttryckt i  $m^2$  för varje byggnadsdel i pos 31. Ytorna finns att hämta på sidan 1, pos 21-26.

Pos 33: K-värde enligt konstruktionsdata

K-värdet för aktuell byggnadsdel enligt konstruktionsdata erhålls från pos 27, sidan 1.

Det bör observeras att det viktigaste är att positionerna 40, 41 och 42 "verkliga data" blir ifyllda, varför ifyllandet av positionerna 33, 34 och 35 ej får bli något självändamål. Avsikten med att dessa värden skall anges är bl a för att underlätta angivandet av "verkliga data".

Pos 34: Värmeavgivning enligt konstruktionsdata

Värmeavgivning i  $W/^\circ C$  fås genom multiplikation av värdena i positionerna 3 och 4.

Pos 35: Värmeavgivning per år enligt konstruktionsdata

Värmeavgivningen per år i MWh för varje detalj fås genom att multiplicera värdena i positionerna 29 och 34 med varandra samt dividera med 1 000 000.

Pos 36: K-värde enligt SBN 75

K-värdet enligt SBN 75 är det k-värde den aktuella byggnadsdelen måste utföras med för att uppfylla kraven enligt SBN 75. Uppgifter om dessa värden återfinns i kap 33 samt kommentarer till detta, bilaga 6 sidan 189.

Pos 37 och 38

Jämför pos 34 och 35.

Pos 39: Brister i förhållande till konstruktionsdata

Här införs noteringar om brister som framkommit vid besiktningen enligt EPD-blankett 11-17. Noteringarna skall ligga till grund för eventuell förändring av data enligt pos 33, 34 och 35 för införandet av uppgifterna i pos 40, 41 och 42.

Pos 40-42: Verkliga data

Här redovisas de efter besiktningen "troliga, verkliga" k-värdena och värmeavgivningarna med utgångspunkt från pos 33-35 och 39.

Pos 43, 44, 45 och 46: Summa värme för transmission per år

I positionerna 44, 45 och 46 anges den totala transmissionsvärmeförbrukningen för byggnaden per år enligt konstruktionsdata, SBN 75 respektive "verkliga data". Den totala summan fås genom att lodrätt addera värmeenergiposterna för de olika byggnadsdelarna i pos 35, 38 och 42.

Pos 47: Densitet, luft

Densiteten för luft varierar linjärt från 1,2 till 1,4 kg/m<sup>3</sup> då temperaturen går från +20°C till -20°C. Som närmevärde för våra beräkningar väljs 1,3 kg/m<sup>3</sup>.

Pos 48: Beräkningsfaktor

Faktor för beräkning av värmeåtgång för uppvärmning av ventilationsluften.

Pos 49: Beräkningsfaktor

Faktor för beräkning av värmeåtgång för uppvärmning av varmvattnet.

Pos 50: Detalj

I denna kolumn är ventilation (pos 62) och varmvatten (pos 63) införda.

Pos 51-61: Ventilation och varmvatten

Uppgifter om ventilationsflöden och varmvattenåtgång är normalt sett mycket svåråtkomliga. Endast då varmvattenmätning och balanserad ventilation förekommer kan varmvattenförbrukning och luftomsättning klart anges. Enligt SBN 75 finns inga bestämmelser angående varmvattenförbrukning. Däremot anges i kapitel 36:42 att luftväxlingen i en lägenhet med fläktventilation typ F och FT skall vara lägst 0,35 l/s m<sup>2</sup> lägenhetsyta. För självdragsventilation finns ej motsvarande uppgift. Man kan dock räkna med att kraven i SBN 75 ger en luftomsättning på ca 0,5 ggr/h. För såväl mekanisk som självdragsventilation.

HSB har gjort en undersökning som bl a omfattar luftomsättningen i byggnader:

	Byggnadsår			
	1950	1960	1970	1977
Luftomsättning	0,75	0,70	0,70	0,5 (ggr/h)

I det befintliga byggnadsbeståndet fördelar sig värmeåtgången ungefär enligt nedan:

	Enbostadshus	Flerbostadshus
Transmission	58 %	39 %
Ventilation	22 %	34 %
Varmvatten	20 %	27 %

#### Pos 51: Volym

Den ventilerade byggnadsvolymen, som skall anges i denna position, är normalt byggnadens lägenhetsvolym. Det betyder att källarutrymmena vanligen ej medräknas.

#### Pos 52: Ventilationsluftflöde enligt konstruktionsdata

Ventilationsluftflödet enligt konstruktionsdata är en uppgift som vanligen är svår att få tag i. Om så är fallet kan en uppskattning göras enligt tabellen under pos 51-61 ovan. För hus byggda före 1950 antas då luftomsättningen för 1950 års hus gälla.

För att få luftflödet i  $m^3/h$  multipliceras luftomsättningen uttryckt i ggr/h med den ventilerade byggnadsvolymen enligt pos 51 ovan. Då huset är utrustat med mekanisk frånluftsventilation är luftomsättningen enligt konstruktionsdata luftflödet som finns angivet på frånluftsaggregatet.

#### Pos 53: Varmvattenflöde enligt konstruktionsdata

Varmvattenflöde enligt konstruktionsdata finns inte angivet. Därför får den "verkliga" varmvattenförbrukningen enligt pos 60 användas.

Pos 54: Värme per år till ventilationsluften

Värmeåtgången per år för uppvärmning av ventilationsluften fås genom att multiplicera ventilationsluftflödet i pos 52 med antalet gradtimmar per år för orten i pos 29 och med konstanten  $0,36 \cdot 10^{-6}$  i pos 48. Beräkningen finns redovisad i anmärkningen längst ned på sidan 2 i blanketten.

Pos 54: Värme per år till varmvattnet

Värmeåtgången per år för uppvärmning av varmvattnet fås genom att multiplicera varmvattenflödet i pos 53 med faktorn 0,064 i pos 49. Beräkningen finns redovisad i anmärkningen längst ned på sidan 2. Vid framtagande av faktorn 0,064 har förutsatts att varmvattnet i genomsnitt uppvärms  $55^{\circ}\text{C}$  dvs från  $+5^{\circ}\text{C}$  till  $60^{\circ}\text{C}$ . Om varmvattnet uppvärms mer eller mindre än  $55^{\circ}\text{C}$  fås den nya faktorn som skall ersätta 0,064 genom att dividera 0,064 med 55 och multiplicera med det aktuella antalet grader som varmvattnet uppvärms. Om exempelvis vattnet i genomsnitt uppvärms från  $10^{\circ}\text{C}$  till  $50^{\circ}\text{C}$  fås den nya faktorn på följande sätt:

$$0,064 \cdot \frac{50-10}{55} = 0,064 \cdot \frac{40}{55} = 0,046$$

Pos 55: Ventilationsluftflöde enligt SBN 75

Enligt pos 51-61 ovan är kravet på luftväxlingen  $0,35 \text{ l/sm}^2$  enligt SBN 75 vid fläktventilation. För självdragsventilation anges ej motsvarande siffra, men vi låter siffran för fläktventilation även gälla här. Såsom nämnts ger detta krav en luftomsättning på ca  $0,5 \text{ gg/h}$ , vilket således får anses gälla för såväl fläkt- som självdragsventilation.

Pos 56: Varmvattenflöde enligt SBN 75

Någon uppgift om tillåten varmvattenförbrukning finns ej i SBN 75 och är enligt uppgift från Planverket ej heller att vänta. Därför får den "verkliga" varmvattenförbrukningen enligt pos 60 användas.

Pos 57: Värme per år enligt SBN 75

I denna position anges den värmeåtgång i kWh som erfordras för att uppvärma ventilationsluften och varmvattnet enligt SBN 75. Beräkningsgången finns redovisad i anmärkningen sidan 2 på blanketten och är densamma som i pos 54 gällande konstruktionsdata.

Pos 58: Brister i förhållande till konstruktionsdata

Här införs noteringar om brister som framkommit vid besiktningen enligt EPD-blankett 15 och 16. Noteringarna skall ligga till grund för eventuell förändring av data enligt pos 51-54 för införandet av uppgifterna i pos 59-61.

Pos 59-61: "Verkliga data"

Här redovisas de efter besiktningen "troliga, verkliga" uppgifterna angående ventilation och varmvatten. Beräkningsgången redovisas i anmärkningen sidan 2 på blanketten och är densamma som för konstruktionsdata och SBN 75, pos 51-57.

Pos 59: Ventilationsluftflöde, verkligt

I de undersökta lägenheterna görs luftflödesmätningar på frånluftsdonen för att få en uppfattning om luftomsättningen. Man tar sedan fram ett medelvärde på de undersökta lägenheternas frånluftsflöden. Genom att multiplicera detta medelvärde med antalet lägenheter får man ett mått på luftomsättningen. Luftomsättningen är emellertid starkt temperaturberoende och blir kraftigare ju större temperaturdifferensen inne/ute blir, varför en korrigering av mätvärdena måste göras med hjälp av det förväntade luftflödet enligt HSB:s tabell i pos 52.

Man måste vara fullt medveten om osäkerheten vid mätningarna och att det bara rör sig om en uppskattning.

Noggrannare metoder är emellertid ej realistiska ur ekonomisk synpunkt och med tanke på tidsåtgång inom ramen för EPD.

Pos 60: Varmvattenflöde, verkligt

Varmvattenmätning förekommer vanligen ej, varför varmvattenflödet får uppskattas med utgångspunkt från det totala kallvattenflödet, vilket framgår av vattenräkningarna. Av den totala vattenmängden till en byggnad åtgår enligt erfarenhet mellan 15 och 25 % till varmvatten. Här får besiktningsmannen göra en uppskattning grundad på byggnadens invånare m m.

Pos 61: Värme per år, verklig

I denna position anges den värmeåtgång i kWh som erfordras för att uppvärma ventilationsluften och varmvattnet enligt "verkliga" data.

Beräkningsåtgången finns redovisad i anmärkningen sidan 2 på blanketten och är densamma som i pos 54 gällande konstruktionsdata.

Pos 62: VentilationPos 63: VarmvattenPos 64, 65, 66 och 67: Summa värme för ventilation och varmvatten per år

I positionerna 65, 66 och 67 anges den totala värmeåtgången per år för ventilation och varmvatten enligt konstruktionsdata, SBN 75 respektive "verkliga data". Den totala summan fås genom att addera värmeenergiposterna för ventilation och varmvatten i pos 54, 57 och 61.

Pos 68, 70, 72 och 74: Energistatus

I positionerna 70, 72 och 74 anges energistatus för byggnaden enligt konstruktionsdata, SBN 75 och "verkliga data" i förhållande till SBN 75, d v s

$$\frac{\text{pos 71}}{\text{pos 73}}, \frac{\text{pos 73}}{\text{pos 73}} \text{ och } \frac{\text{pos 75}}{\text{pos 73}}$$

Beräkningsgången finns redovisad i anmärkningen sidan 2 på blanketten.

Pos 69, 71, 73 och 75: Total energiförbrukning

I positionerna 71, 73 och 75 anges den totala energiförbrukningen för byggnaden enligt konstruktionsdata, SBN 75 och "verkliga data", d v s pos 44 + pos 65, pos 45 + pos 66 respektive pos 46 + pos 67. Beräkningsgången finns redovisad i anmärkningen sidan 2 på blanketten.

Det värmeförbrukande systemets totala förbrukade värme i pos 65, 66 och 67 skall jämföras med det värmeproducerande systemets producerade värme i pos 88 och 90. Genom att jämföra dessa siffror kan de uppskattningar som gjorts beträffande luftomsättning och varmvattenförbrukning korrigeras då den förbrukade värmen enligt pos 67 skall vara lika stor som den producerande enligt pos 90.

Pos 76: Detalj

I denna kolumn finns det värmeproducerande systemets delar panna och värmedistributionssystem infört.

Pos 77: Panna

Med panna menas vanligen oljepanna. I vissa byggnader ordnas emellertid uppvärmningen på annat sätt, exempelvis värmeväxlare till fjärrvärme. Med panna menas således i detta sammanhang den anordning som ombesörjer byggnadens uppvärmning.

Pos 78: Värmedistribuerande system

Med värmedistribuerande system menas exempelvis i ett vattenburet system radiatorer, rörledningar och ventiler.

Pos 79: Typ eller dylikt

Här finns plats för vissa uppgifter om panna, värmedistributionssystem som kan vara av intresse.

Pos 80, 87: Verkningsgrad för pannan enligt SBN 75

I kapitel 39:31 i SBN 75 anges godtagna värden på rökgas omedelbart efter oljeeldad nysotad panna vid märkeffekt. Värdena i tabellen ger ungefär nedanstående verkningsgrader:

<u>Märkeffekt (kW)</u>	<u>Verkningsgrad (%)</u>
0 - 60	88
60 - 600	90
> 600	91

Den verkningsgrad som motsvarar den aktuella panneffekten förs alltså in i pos 80.

Pos 81: Oljeförbrukning enligt SBN 75

En jämförelse mellan verkningsgraden enligt SBN 75 i pos 80 och den verkliga verkningsgraden enligt pos 84 gör det möjligt att reducera oljeförbrukningen enligt pos 85 med ungefär de procentenheter som skiljer verkningsgraderna åt. Detta är troligen en alltför optimistisk uppfattning då vanligen årsverkningsgraden ej förbättras i samma takt som förbränningsverkningsgraden. Vi använder oss dock av denna uppskattning tills vidare.



Pos 82, 88: Värme per år enligt SBN 75

Genom att multiplicera oljeförbrukningen enligt pos 85 med 8 erhålls värmeförbrukningen enligt SBN 75 uttryckt i MWh. Siffran 8 är ett erfarenhetsvärde som bl a är beroende av typ av olja, pannverkningsgrad m m. Siffran varierar därför från fall till fall, men vi skall tills vidare använda siffran 8 inom EPD.

Pos 83: Brister i förhållande till konstruktionsdata

Här införs de noteringar om brister som framkommit vid besiktning av pannanläggning eller motsvarande och värmedistributionssystemet enligt EPD-blankett 15 och 17. Noteringarna skall ligga till grund för införandet av uppgifterna i pos 84, 85 och 86.

Pos 84, 89: Verkningsgrad, verklig

Här redovisas den pannverkningsgrad som framkommit vid besiktningen, bil 8.

Pos 85: Oljeförbrukning, verklig

Här införs den verkliga normalårsförbrukningen av olja enligt fastighetsägarens oljeberäkningar. Till hjälp för beräkningen används EPD-blankett 2 eller 4, se bilaga 9.

Pos 86, 90: Värmeförbrukning per år

Genom att multiplicera oljeförbrukningen enligt pos 85 erhålls den verkliga värmeförbrukningen uttryckt i MWh/år. Om byggnaden har fjärr- eller elvärme införs naturligtvis denna förbrukning här.

Den producerande värmen i pannan enligt pos 90 skall vara ungefär lika stor som den förbrukade enligt pos 75.

Sidan 3

Denna sida är uppdelad i två huvudavdelningar, nämligen "Värmeförbrukande system, åtgärder" och "Värmeproducerande system, åtgärder". Med utgångspunkt från de brister som konstaterats på sidan 2 rekommenderas här lämpliga åtgärder.

Åtgärderna är uppdelade i två delar, nämligen primära och sekundära åtgärder. Med primära åtgärder åsyftas åtgärder som bör göras inom en snar framtid och som är mest angelägna. Med sekundära åtgärder åsyftas åtgärder som kan göras i samband med någon ombyggnad eller dylikt och som är mindre angelägna och mer kapitalkrävande.

Till grund för åtgärdsförslagen skall Statens Planverks skrivelse "Energihushållning i befintlig bebyggelse" ligga. I bilaga 3 till denna skrift redogörs för olika tänkbara åtgärder och kostnader för dessa. Kostnadsuppgifterna är ofullständiga och uppgifter om livslängd finns därför tills vidare på den enskilde besiktningsmannen att efter bästa förmåga uppskatta felande uppgifter.

Nedan gås blankettens ifyllande igenom punkt för punkt enligt de positionsnummer som finns på blanketten.

Pos 91: Typ enligt SPV

Här anges lämplig åtgärd för en viss byggnadsdel enligt Planverkets åtgärdslista i bilaga 3 till "Energihushållning i befintlig bebyggelse".

Pos 92: Kostnad

Här anges kostnaden för åtgärd enligt pos 13 i kronor/m<sup>2</sup> eller annan enhet enligt Planverkets skrift.

Pos 93: Kostnad

Här anges totalkostnaden för åtgärden.

Pos 94: K-värde

Här anges det efter åtgärden förväntade förbättrade k-värdet. I bilagan finns lathundar för k-värden hos olika konstruktioner samt vad tilläggsisolering ger.

Pos 95: Värmeavgivning

Här anges värmeavgivningen efter åtgärd. Den fås genom att multiplicera värdena i pos 32 och 94 med varandra.

Pos 96: Värmeavgivning per år

Här anges värmeavgivningen per år efter åtgärd i MWh. Den fås genom att multiplicera värdena i pos 29 och 95 med varandra samt dividera med 1 000 000.

Pos 97: Livslängd

Här anges åtgärdens förväntade livslängd. Den får tills vidare i de flesta fall uppskattas av besiktningsmannen själv.

Pos 98: Energibesparing

Här anges den energibesparing som åtgärden medför i förhållande till "verkliga data" pos 40-42. Energibesparingen fås i MWh per år genom att subtrahera värdet i pos 96 från värdet i pos 42.

Pos 99: Sparkostnad

Här anges kostnaden för åtgärder i kronor per besparad kWh. Sparkostnaden fås genom att dividera värdet i pos 93 med värdena i pos 97 och 98. Härvid har förutsatts att inflation och ränta tar ut varandra. Om detta är ett riktigt antagande kan naturligtvis diskuteras. Vi har emellertid valt att göra denna förenkling.

Pos 100-108

Pos 100-108 är identiska med pos 13-21 men avser i stället eventuella sekundära åtgärder.

Pos 109, 110: Summa värme för transmission per år efter åtgärd

I positionerna 109 och 110 anges den väntade totala transmissionsvärmeförbrukningen för byggnaden per år efter det att primära respektive sekundära åtgärder genomförts. Den totala summan fås genom att lodrätt addera värmeenergiposterna för de olika byggnadsdelarna i pos 96 respektive 105. Det bör observeras att om ingen åtgärd rekommenderas överförs värdena från pos 42 till pos 96 och 105.

Pos 111-128: Luftomsättning och varmvatten. Primära och sekundära åtgärder.

Åtgärdssidan för luftomsättning och varmvatten, pos 111-128, är uppbyggd på samma sätt som åtgärdssidan för transmission pos 91-108.

Pos 131, 133: Energistatus

I positionerna 131 och 133 anges energistatus för byggnaden efter primära respektive sekundära åtgärder.

Beräkningsgången finns redovisad i anmärkningen sidan 3 på blanketten.

Pos 132, 134: Total energiförbrukning

I positionerna 132 och 134 anges den totala energiförbrukningen för byggnaden efter primära respektive sekundära åtgärder. Beräkningsgången finns redovisad i anmärkningen sedan 3.

Pos 135-156: Värmeproducerande system, åtgärder

Åtgärdssidan för det värmeproducerande systemet, pos 135-156, är uppbyggd på samma sätt som åtgärdssidan för transmission, pos 91-108.

Sidan 4

På denna sida görs en sammanfattning av besiktningen som främst skall rikta sig till ägaren till fastigheten.

EPD-materialet i tabellform. ? betecknar avsaknad av uppgifter om total energiförbrukning resp kallvattenförbrukning, i det senare fallet med utbliven  $q_{VV}$  som följd.

Ort QC-h	Litt	By- år	q kWh/m <sup>2</sup> -år	Uppv- form	E <sub>F</sub>	Åtg E-H met A o B	Åtg A-C met A	E <sub>E</sub> met A	Åtg A-C met B	E <sub>E</sub> met B	E <sub>trans</sub>		SH:W <sub>VV</sub> / ant pers FH:q <sub>VV</sub>
											met A	met B	
Region NORR													
Umeå 117.140	SH1	66	?	E1	-	G1		-	-	-	1,06	-	5,1/4
	FH2	72	214	Fjv	1,21	G1	C3,C4	1,10	-	-	1,42	-	32
	FH3	59	260	01ja	-		B2,C3,C4	-	-	-	1,63	-	?
	SH4	75	271	E1	0,96			0,96	-	-	1,32	-	4,1/4
	FH5	73	235	Fjv	1,13			1,13	-	-	1,26	-	20
	FH6	71	227	Fjv	1,10			1,10	-	-	1,27	-	19
	SH7	64	252	01ja	0,93	G2,G3		0,85	-	-	1,38	-	2,6/2
	FH8	40	456	01ja	1,99	G1,G4,G5	A7	1,63	-	-	2,09	-	42
	FH9	71	333	01ja	1,63	H1	A4,A7	1,27	-	-	1,56	-	25
	SH10	75	234	E1	1,05		A3,B2	0,86	A7,B2,B3,B4, C3	1,00	1,38	1,43	4,7/4
Piteå 129.600	SH11	60	256	01ja	1,07			1,07	-	-	1,38	1,42	3,4/3
	FH12	53	?	01ja	-	G1,54	B2,C3	-	-	-	1,73	1,83	47
	FH13	64	386	01ja	1,38	G1	B3	1,14	B2,B3,C2	1,11	1,78	1,69	66
	FH14	53	310	01ja	1,35	G1,55,H7	A7,B3,C3,C4	0,99	B3,C3	1,05	1,73	1,75	70
	FH15	69	305	01ja	1,29	G1	C3,C4	1,16	C3	1,16	1,58	1,76	73
	FH16	66	291	01ja	1,39	G1,59,H7	C3,C4	1,06	-	-	1,67	-	46
	FH17	50	501	Fjv	2,17	G1,52	A7	1,99	-	-	1,76	-	47
	FH18	70	370	01ja	1,53	G1	B4,C3,C4	1,33	C3	1,38	1,88	1,92	26
Region MELLAN I													
Västerås 94.990	SH1	71	187	Fjv	1,04			1,04	-	-	1,33	-	5,0/4
	SH2	76	311	Fjv	1,67			1,67	-	-	1,27	-	2,6/4
	SH3	76	257	Fjv	1,15			1,15	-	1,15	1,27	1,34	3,2/3
	SH4	59	372	Fjv	1,41			1,41	-	1,41	1,16	1,86	3,2/?
	FH5	35	270	Fjv	1,88			1,79	-	-	1,80	-	19
	FH6	35	380	Fjv	2,48		B2	2,39	-	-	1,73	-	32
	FH7	49	333	Fjv	2,01	H1	B2	1,68	A7,B2	1,54	1,81	2,13	33
	FH8	59	188	Fjv	1,43		B2,C2	1,34	-	-	1,62	-	14
	FH9	58	252	Fjv	1,49		C2	1,40	-	1,49	1,93	1,72	36
	FH10	64	282	Fjv	1,77	H1	B2	1,64	-	-	1,41	-	46
	FH11	73	346	Fjv	2,43	H1	A7,B2,B3	1,97	-	2,09	2,15	1,90	16
	FH12	61	294	01ja	1,79	H1	B2	1,46	B2,B3	1,30	1,37	1,58	31

Ort QC-h	Litt	By- år	By- q kWh/m <sup>2</sup> ·år	Uppv- form	Atg E-H met A o B	E <sub>F</sub>	Atg A-C met A	E <sub>E</sub> met A	Atg A-C met B	E <sub>E</sub> met B	E <sub>trans</sub>		SH:Wv/ ant pers FH:qv
											met A	met B	
94.990	FH13	48	288	Fjv	1,96 H1		B2	1,76		1,82	1,49	1,96	22
Hudiksvall 108.280	SH14	71	252	01ja	1,22		B3	1,15		-	1,73	-	3,2/5
	FH15	65	268	01ja	1,47 H1		A7,B2	1,32		-	1,54	-	54
	FH16	59	278	01ja	1,58 H1		B2	1,45		-	1,84	-	44
	SH17	30	266	01ja	1,65		B2	1,55		-	2,55	-	1,1/3
Huddinge 89.180	FH18	63	310	01ja	1,51		B2	1,46		-	1,52	-	14
	FH19	62	255	01ja	1,77 H1		A7,B2	1,50		-	1,75	-	11
	SH20	27	263	01ja	1,67 G9		A7,B2	1,26		-	2,11	-	1,5/2
Nacka 89.180	FH21	65	404	01ja	2,55 G5,H4		B2	2,36		-	1,53	-	45
	FH22	69	221	Fjv	1,65 H4			1,52		-	1,36	-	37
Region MELLAN II													
Kungsör 94.990	SH1	32	?	01ja	-			-	A3,A7	-	2,32	2,25	2,7/4
	SH2	59	219	01ja	1,24			1,24	A7	1,24	1,06	1,77	1,4/2
	FH3	50	289	01ja	1,98 G1		B4	1,64	A7,B3	1,56	1,98	2,07	19
	FH4	49	210	01ja	1,21 G1		B2	1,00	A5,A6,B2,B4	0,80	1,98	2,51	15
	FH5	46	283	01ja	1,98 G1,G3,G5,G9		B2,B3	1,09	A4,A7	1,48	2,27	2,42	22
	FH6	56	281	01ja	1,80 G1		B2	1,51	A3,A4,A7,B3	1,56	1,85	2,16	31
	FH7	39	311	01ja	2,06 G1,G3,G5,G9			1,36		1,36	2,06	2,00	20
Karlstad 94.990	SH8	37	402	01ja	1,70 G1,G4,G9		B2,B3	0,91		-	2,68	-	3,2/3
	FH9	58	257	Fjv	1,79 G1		B2	1,52		-	2,10	-	29
	FH10	55	263	01ja	1,30 G1		B2	1,11		-	1,93	-	63
	SH11	69	276	01ja	1,06		B2	1,01		-	1,48	-	5,6/6
Motala 90.820	FH12	37	320	01ja	1,90 G1,G3		A7,B1,B3	1,05		-	2,29	-	21
	FH13	61	283	01ja	1,39		B3	1,29		-	1,36	-	51
	SH14	61	306	01ja	1,27 G9			1,16		-	1,60	-	1,7/3
Falun 106.520	FH15	23	277	01ja	1,72 G1,G3,G9		A7,B2,B4	1,17		-	2,03	-	13
	FH16	39	275	01ja	1,52 G1,G9		B1,B3	0,89		-	2,15	-	11

Ort QoC·h	Litt	By- år	q kWh/m <sup>2</sup> ·år	Uppv- form	E <sub>F</sub>	Atg E-H met A o B	Atg A-C met A	E <sub>E</sub> met A	Atg A-C met B	E <sub>E</sub> met B	E <sub>trans</sub>		SH:W <sub>vv</sub> / ant pers FH:q <sub>vv</sub>
											met A	met B	
Region VAST													
Halmstad 84.120	SH1	63	153	01ja	1,05	G9		0,95	-	-	1,51	-	2,5/4
	FH2	64	228	01ja	1,56	G5		1,48	-	-	1,61	-	34
	FH3	51	271	01ja	2,10			2,10	-	-	2,64	-	26
Jönköping 93.280	SH4	67	?	01ja	-		B2	-	-	-	1,42	-	4,8/5
	FH5	49	243	01ja	1,57	G5		1,49	-	-	2,12	-	27
	FH6	61	285	01ja	1,78	G9		1,60	-	-	1,80	-	30
Falköping 95.880	SH7	39	?	01ja	-		B2, B3, C1	-	-	-	2,31	-	1,0/4
	FH8	47	269	01ja	1,70		B2, B3	1,44	-	-	1,76	-	14
	FH9	58	289	01ja	2,22	G1, G3	B2, B3	1,64	-	-	2,11	-	27
Göteborg 77.890	SH10	66	275	01ja	1,89	G5	B2	1,72	A3, A7, B2, B3	1,77	1,45	1,73	1,3/4
	SH11	56	279	01ja	1,92	G4, G9	B3	1,35	B2, B3	1,32	2,30	3,10	0,7/2
	SH12	45	181	E1	1,16			1,16	-	-	1,90	-	1,0/2
	SH13	27	165	01ja	1,39	G5		1,32	-	-	2,05	-	1,1/2
	FH14	67	?	Fjv	-			-	-	-	1,37	-	?
	FH15	07	228	Fjv	2,54	G1	B3, C1	2,10	-	-	1,59	-	9
	FH16	32	339	01ja	-		B2, B3	-	-	-	1,90	-	?
	FH17	32	213	01ja	2,02	G1, G5	B3	1,51	A3, A7, B3	1,48	1,92	2,38	12
	FH18	55	?	Fjv	-			-	-	-	1,95	-	11
	FH19	54	?	Fjv	2,16		B2, B3	-	-	-	1,99	2,16	13
FH20	?	236	01ja	-		B2, B3	1,82	A3, A5, B3	1,92	1,97	2,24	13	
FH21	?	?	E1	-		B2, B3, C1	-	-	-	1,86	-	-	
FH22	1870	?	280	01ja	2,81		B3, C1	2,31	C1	2,27	1,84	7	
FH23	1892	?	265	01ja	2,39		B3, C1	1,96	-	-	1,91	2,57	8

Ort QC.h	Litt	By- år	By- q	kWh/m <sup>2</sup> ·år	Uppv- form	EF	Atg E-H met A o B	Atg A-C met A	EE met A	Atg A-C met B	EE met B	Etrans		SH:Wvv/ ant pers FH:qv
												met A	met B	
Region .SYD														
Sölvesborg 79.670	SH1	69	231		01ja	1,31	G5	B2	1,16	-	-	1,33	-	4,1/3
	FH2	56	473		01ja	2,49	G1,G5	B2,B3,C2	1,50	-	-	2,49	-	49
	FH3	55	500		01ja	3,37	G1,G5	B2,B3,C2	2,38	-	-	1,82	-	29
Simrishamn 79.670	SH4	28	335		01ja	1,85	G1,G5	A7,B2,B3,C2	0,92	-	-	2,81	-	3,4/2
	FH5	45	566		01ja	3,54	G1,G3,G5	A7,B2,B3	2,49	-	-	2,37	-	35
	FH6	74	246		01ja	1,74	G1,G5	B3,C2	1,43	-	-	1,59	-	10
	SH7	63	210		01ja	-	G5	B3	-	-	-	1,50	-	?
Kristianstad 79.670	FH8	44	304		01ja	2,16	G1,G5	B2,B3	1,36	-	-	2,48	-	31
	FH9	63	281		01ja	1,56		A7,B2,B3	1,41	-	-	1,57	-	45
	SH10	70	446		E1	-		A1,A7,B5	-	A3	-	1,33	1,55	?
Karlskrona 79.670	SH13	?	327		01ja	-		B3	-	-	-	2,07	-	?
	FH14	56	244		01ja	1,95	G1	B4	1,71	B3	1,52	1,76	1,83	15
	FH15	46	228		01ja	1,21		A7,B2,B3	0,84	A7,B3	0,63	1,92	1,61	47
	FH16	37	243		01ja	1,97			1,97	-	-	1,84	-	29
	FH17	57	135		01ja	1,16	G1	B2,B3	0,96	-	-	1,66	-	32
	FH18	57	161		01ja	1,05		B2,B3	0,84	A7,B2,B3	0,67	1,64	2,08	44
	FH19	62	158		01ja	-	G8,G9,H4	A7	-	A4,A7,B1,B3	-	1,47	1,87	?
	FH20	52	207		01ja	1,28			1,28	A7	1,23	2,12	2,10	70



Förteckning över av EPD föreslagna åtgärder enligt Statens planverks rapport 41: "Energihushållning i befintlig bebyggelse"

---

- A 1 Tätning av kompakta tak och takstolstak med bärande stomme av bjälkar eller högben
- A 3 Tätning av ytterväggar av trä
- A 4 Tätning av ytterväggar av sten
- A 5 Tätning av mellanbjälklag
- A 6 Tätning av bottenbjälklag
- A 7 Tätning av öppning mellan fönsterbåge och karmfals (mellan dörrblad och karmfals)
- B 1 Värmeisolering av takbjälklag (kompakt tak)
- B 2 Värmeisolering av vindsbjälklag
- B 3 Värmeisolering av ytterväggar (ovan mark)
- B 4 Värmeisolering av golv över källare och kryprum, eller mot det fria
- B 5 Värmeisolering av golv på mark
- C 1 Utbyte av fönster och dörrar till treglasutförande
- C 2 Utbyte av befintlig inre eller yttre ruta mot förseglade rutor ("isolerglas")
- C 3 Komplettering med ytterligare en båge av trä eller metall
- C 4 Förbättring av värmeisoleringen i ytterdörr och bröstning i fönsterdörr
- G 1 Inreglering av värmesystem
- G 2 Drifttidsstyrning av värmesystemet för sänkning av rumstemperaturen nattetid eller under tider då lokalerna ej utnyttjas
- G 3 Installation av utetemperaturstyrd automatisk shuntutrustning
- G 4 Montering av termostatiska radiatorventiler
- G 5 Driftkontroll och injustering av oljeeldade värmepannor
- G 8 Installation av elvarmvattenberedare för sommar drift, varvid oljeuppvärmningen helt kan stängas av
- G 9 Byte av oljebrännare för att uppnå bättre verkningsgrad
- H 1 Injustering av luftflöden till i SBN angivna värden
- H 4 Installation av system för variabelt flöde (2-hastighetsmotor)
- H 5 Installation av återluftförling
- H 7 Styrning av luftflödet i självdragsventilationssystem



## STUDIER AV RELATIONEN MELLAN ENERGISTATUS OCH SPECIFIK ENERGIOMSÄTTNING

### A:1 Inledning

I rapportens avsnitt 7.8 tangeras frågan om relationen mellan total energistatus  $E_F$  och specifik energiförbrukning  $q$  uttryckt som liter olja per  $m^2$  lägenhetsyta och år eller som kWh per  $m^2$  lägenhetsyta och år.

En första ansats är att söka sambandet mellan  $E_F$  och  $q$ . Den största grupp med snarlika förutsättningar som materialet erbjuder är FH i

Västerås, 9 st,  $Q = 94.990 \text{ } ^\circ\text{C} \cdot \text{h}$

Kungsör, 5 st,  $Q = 94.990$

Karlstad, 2 st,  $Q = 94.990$

Jönköping, 2 st,  $Q = 93.280$

Falköping, 1 st,  $Q = 95.880$

Dessa 19 FH redovisas i tabell A:1.

Linjär regressionsanalys enligt minsta kvadratmetoden ger sambandet

$$E_F = -0,05 + 0,00666 q$$

där  $q$  är specifik förbrukning i  $\text{kWh}/m^2 \text{ ly} \cdot \text{år}$  och där för oljeeldade FH 1 liter eldningsolja satts ekvivalent med 8 kWh.

Korrelationskoefficienten  $r = 0,89$ .

Korrelationen är så god att vi kan våga betrakta energistatus  $E_F$  och specifik energiförbrukning  $q$  som jämbördiga kriterier vid en allmän diagnos av en byggnads energimässiga kvalitet. Från denna utgångspunkt sker i det följande successiv analys av sambandet med sikte på en praktiskt lätthanterlig ersättning för  $E_F$ -beräkningen.

### A:2 Ansats till generalisering

I ett större sammanhang är det önskvärt att vidga bedömningsmöjligheterna till hus av många typer och till alla klimatområden i landet.

För att kunna konstruera ett uttryck där  $E_F = f(q)$  och som gör det matematiskt enkelt att finna värden för  $q$  motsvarande  $E_F = 1$ , måste varje delpost i energiomsättningen innehålla en konstant faktor och någon för byggnaden karakteristisk storhet i en och samma potens. Närmast till hands ligger att teckna delposterna som linjärt beroende av lägenhetsarean. För att med snarlika uttryck kunna behandla byggnader med olika våningsantal är det praktiskt att i så fall utgå från lägenhetsarean per våningsplan,  $A_L$ .

I de följande beräkningarna görs det förenklade antagandet att ytterväggar och lägenhetsskiljande väggar inkräktar på byggnadens totalarea i planet med 10%. Trapphus i flerbostadshus antas schematiskt inkräkta med ytterligare 10%. Om trapphusen räknas in i prima uppvärmd och ventilerad volym kan vi då förenklat betrakta transmissions- och ventilationsförluster som beroende av  $\frac{0,9}{0,8} \cdot A_L = 1,125 \cdot A_L$ , medan faktisk för-

brukning och varmvattenförluster kan relateras till  $A_L$ .

#### A:2.1 Total "faktisk" förbrukning

Med den faktiska specifika förbrukningen  $q_{\text{fakt}}$ , lägenhetsytan per våningsplan  $A_L$  och våningsantalet  $p$  blir den totala faktiska förbrukningen, täljaren i uttrycket för  $E_F$ :

$$W_{\text{fakt}} = q_{\text{fakt}} \cdot A_L \cdot p \text{ kWh/år}$$

För byggnader med delvis utnyttjade våningar blir  $p \neq n \cdot 1$ .

#### A:2.2 Förluster

Byggnadens energiomsättning studeras som tidigare uppspaltad i transmissions-, ventilations- och varmvattenförluster.

Dessa delposter har behandlats i ett antal utredningar och rapporter, bl a mycket ingående i BFR's underlagsmaterial för EFUD-78 "Byggnad, byggnadsdelar och inre försörjningssystem", Folke Peterson et al (G4:1978). Syftet i denna utredning var emellertid att finna underlag för en total bedömning av energisparpotentialen i landets bebyggelse.

I besiktningsssammanhang är den enskilda byggnaden intressant och avsikten med den föreliggande studien är att finna en "delgenerell" analysmetod för vanliga typer av byggnader, närmare bestämt bostadshus av frekventa slag. Studien kan ses som en modifiering av beräkningarna i G4:1978 i detta syfte.

##### A:2.2.1 Transmissionsförluster

Transmissionsförlusterna i en byggnad kan beräknas med hjälp av uttrycket för  $\Sigma k \cdot A$ , där  $k$  och  $A$  betecknar de olika transmittierande byggnadsdelarnas  $k$ -värden och areor, och med det  $Q$ -värde uttryckt i t ex  $^{\circ}\text{C} \cdot \text{h}$  som gäller för byggnadsorten. Beträffande  $Q$ -värdet hänvisas till rapportens avsnitt 7.5.

Den totala transmissionsförlusten blir  $W_{\text{tr}} = Q \cdot \Sigma k \cdot A \cdot 10^{-3}$  kWh/år.

$k$ -värden för olika byggnadsdelar och i skilda temperaturzoner hämtas ur SBN 75.

Det gäller att finna areor för ytterväggar, källarytterväggar, vindsbjälklag, golvbjälklag, ytterdörrar och fönster uttryckta som multiplar av  $A_L$ , varvid faktorn 1,125 enligt ovan skall inkluderas.

Ytterväggsarean  $A_y$  kan uttryckas med hjälp av en faktor

$$s = \frac{A_y}{1,125 \cdot A_L \cdot p}$$

beräknad från ritningar.

Fönsterarean maximeras enl SBN 75, 33:211 till en viss procent av en byggnads totalarea per våningsplan (i hus smalare än 10 m till max 15%). Det är inte realistiskt att räkna med att energimässiga förbättringar av befintliga byggnader drivs till en inskränkning av befintlig fönsterarean. Strängt betraktat relateras  $E_F = 1$  därmed inte till byggnaden utförd helt enligt SBN 75. Ett detaljstudium av EPD-materialet visar emellertid att fönsterarean särskilt i FH pendlar mycket nära SBN-kraven. (Medelvärde 0,14, standardavvikelse  $s = 0,03$ . Med en ge-

nomsnittlig husbredd för materialet av 11,7 m blir tillåten fönsterarea enligt SBN utan hänsyn till randinflytandet vid gavel 0,13.)

I föreliggande sammanhang är det enklast att beräkna fönsterarean som en andel av den totala ytterväggsytan kring bostadsvåningarna:

$$f = \frac{A_F}{A_y}$$

En ytterligare praktisk förenkling är att sammanföra ytterväggar och fönster till ett gemensamt, viktat k-värde:

$$k_{\text{tot } v} = f \cdot k_{\text{fönster}} + (1 - f)k_{\text{vägg}}$$

SBN 75 föreskriver oberoende av temperaturzon  $k_{\text{fönster}} = 2,00 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$  och för icke glasade ytterdörrar  $k_{\text{dörr}} = 1,00$ . Inverkan av ytterdörrar kan vara betydande i SH men blir marginell i de flesta FH. Vid analysen av EPD-materialet inräknas ytterdörrar med sin area reducerad till 50% i den totala fönsterarean, vilket motsvarar kvoten mellan respektive k-värden.

Vindsbjälklagets area är i många fall identisk med  $1,125 \cdot A_L$ , men kan i t ex 1 1/2 plans SH kräva ett mer komplicerat uttryck. Vid behandlingen av EPD-materialet har det förenklade antagandet gjorts att total vinds- eller takbjälklagsarea är lika med  $1,125 \cdot A_L$  för en full bostadsvåning. Väggarna i indragna vindsvåningar medräknas i den totala ytterväggsarean och kan således via faktorn  $s$  relateras till  $A_L$ .

Den totala arean för golvbjälklaget är alltid nära  $= 1,125 \cdot A_L$  oavsett om källare finns eller ej.

Källarväggsarean kan i analogi med uttrycket för ytterväggsarean uttryckas med hjälp av en faktor

$$t = \frac{A_{yk}}{A_k}$$

där  $A_{yk}$  är källarytterväggsarean och  $A_k$  är källararean.

Källararean kan relateras till lägenhetsarean med en faktor

$$r = \frac{A_k}{1,125 \cdot A_L}$$

För källare i flera plan eller källare under delar av en byggnad blir  $r \neq 1$ .

Källarväggsarean kan alltså skrivas

$$A_{yk} = t \cdot r \cdot 1,125 \cdot A_L$$

Transmissionen genom den understa bostadsvåningens bjälklag till den yttre omgivningen i byggnader med källare sker i två steg om källarens temperatur hålls lägre än bostadsvåningarnas. Med föregripande av avsnittet A:2.2.2 konstateras följande: När det gäller ventilation av källare ger SBN 75 endast anvisningar ifråga om vissa utrymmen. Här antas att källaren liksom bostadsvåningarna håller  $21^\circ\text{C}$ . Transmissionsförlusterna genom källarväggar beräknas då med samma  $Q$ -värde som för byggnaden i övrigt, men inga ventilationsförluster för källaren medräknas. Överslagsberäkningar visar att en verklig källartemperatur på  $+15^\circ\text{C}$ , vilket är rimligt, lämnar utrymme för en genomsnittlig ven-

tilationsomsättning i källare av 0,2 - 0,3 gånger per timme, vilket också förefaller rimligt.

#### A:2.2.2 Ventilationsförluster

SBN 75 föreskriver i 36:42 för en bostad i dess helhet en lägsta ventilationsomsättning av  $0,35 \text{ l/s} \cdot \text{m}^2$  lägenhetsyta. Kravet påverkas alltså inte av rumshöjden. Den totala ventilationsförlusten blir

$$\begin{aligned} W_{\text{vent}} &= Q \cdot 0,36 \cdot 0,35 \cdot 3600 \cdot 10^{-6} \cdot 1,125 \cdot A_L \cdot p \\ &= Q \cdot 0,454 \cdot 10^{-3} \cdot 1,125 \cdot A_L \cdot p \text{ kWh/år,} \end{aligned}$$

där faktorn 0,36 är framräknad ur luftens specifika värmekapacitet och densitet vid temperaturen  $0^\circ\text{C}$ .

Ventilation av delvis uppvärmda våningsplan medräknas genom faktorn  $p \neq n \cdot l$ .

Behandlingen av ventilationsförluster i källare diskuterades under punkt A:2.2.1.

#### A:2.2.3 Varmvattenförluster

I huvudtextens avsnitt 7.4 diskuteras möjliga formler för varmvattenuppskattning och motiv för valet av formel 3 vid EPD-besiktningen redovisades. Resultatet på fältet behandlas i avsnitt 7.6, varvid en slutsats är att den valda formelns frihet för individuella bedömningar i själva verket många gånger lett till orimligt låga värden. En tänkbar förklaring är styrning från den totala energiomsättningens "facit" i kombination med övriga förlustbedömningar.

Vid analysen av EPD-materialet har emellertid uppskattningarna tagits för goda, men omräknats till formen

$$W_{\text{VV}} = v \cdot A_L \cdot p,$$

där, i det enskilda fallet

$$v = \frac{W_{\text{VVEPD}}}{A_L \cdot p}$$

#### A:2.2.4 Totala förluster

Vi kan nu sammanfatta delposterna i uttrycket för  $E_F$ :

$$E_F = \frac{W_{\text{faktisk}}}{W_{\text{tr}} + W_{\text{vent}} + W_{\text{VV}}},$$

där

$$W_{\text{fakt}} = q_{\text{fakt}} \cdot A_L \cdot p$$

$$W_{\text{tr}} = Q \cdot 1,125 \cdot A_L \cdot (s \cdot p \cdot k_{\text{tot.v}} + k_{\text{vind}} + k_{\text{golv}} + t \cdot r \cdot k_{\text{k vägg}}) \cdot 10^{-3}$$

$$W_{\text{vent}} = Q \cdot 0,454 \cdot 1,125 \cdot A_L \cdot p \cdot 10^{-3}$$

$$W_{\text{VV}} = v \cdot A_L \cdot p$$

Förenklat blir då

$$E_F = \frac{q_{\text{fakt}} \cdot p}{Q \cdot 1,125 \cdot (s \cdot p \cdot k_{\text{tot}v} + k_{\text{vind}} + k_{\text{gol}v} + t \cdot r \cdot k_k \text{ vägg} + 0,454p) \cdot 10^{-3} + v \cdot p}$$

Ur detta kan  $q_{\text{SBN}} 75$  lösas genom att  $E_F$  sätts = 1.

Av ingående storheter är:

$Q$  beroende av orten,

$k_{\text{tot}v}$  beroende av temperaturzon och fönsterandel  $f$ ,

övriga  $k$ -värden beroende av temperaturzon,

$f$ ,  $p$ ,  $r$ ,  $s$ ,  $t$  och  $v$  beroende av den enskilda byggnaden.

Urvalet av EPD's besiktningsobjekt saknar grundläggande kriterier för en statistisk analys. De byggnadsspecifika faktorerna  $f$ ,  $p$ ,  $r$ ,  $s$  och  $t$  lider emellertid inte nämnvärt av bristande slumpmässighet utan enbart av underlagets knapphet. Med en huvudindelning av materialet i SH och FH bör medelvärden för  $f$ ,  $s$  och  $t$  kunna utnyttjas med en viss relevans, medan  $p$  och  $r$  i ett litet material kan ge tvivelaktiga medelvärden.

Faktorn  $v$ , slutligen, lider av påtalade stora brister, och är framför allt för SH av nästan arbiträr art.

På försök genomförs en beräkning för de 19 FH i orter med  $Q \approx 95.000^\circ\text{C} \cdot \text{h}$ . Som jämförelse förtecknas medelvärden och standardavvikelser  $\bar{s}$  för faktorerna också för samtliga fullständigt dokumenterade FH i materialet, 56 st.

19 FH		56 FH	
$\bar{f} = 0,22$	$\bar{s} = 0,04$	$\bar{f} = 0,21$	$\bar{s} = 0,04$
$\bar{p} = 3,05$	0,65	$\bar{p} = 2,98$	0,99
$\bar{r} = 0,97$	0,14	$\bar{r} = 0,93$	0,24
$\bar{s} = 0,75$	0,13	$\bar{s} = 0,76$	0,17
$\bar{t} = 0,61$	0,11	$\bar{t} = 0,58$	0,18
$\bar{v} = 27$	12	$\bar{v} = 32$	18
$\bar{q} = 281$	43		
$\bar{E}_F = 1,81$	0,33		

De 19 FH ligger alla inom temperaturzon I och II, där:

$$k_{\text{tot}v} = 0,22 \cdot 2,00 + 0,78 \cdot 0,30 = 0,674$$

$$k_{\text{vind}} = 0,20$$

$$k_{\text{gol}v} = 0,30$$

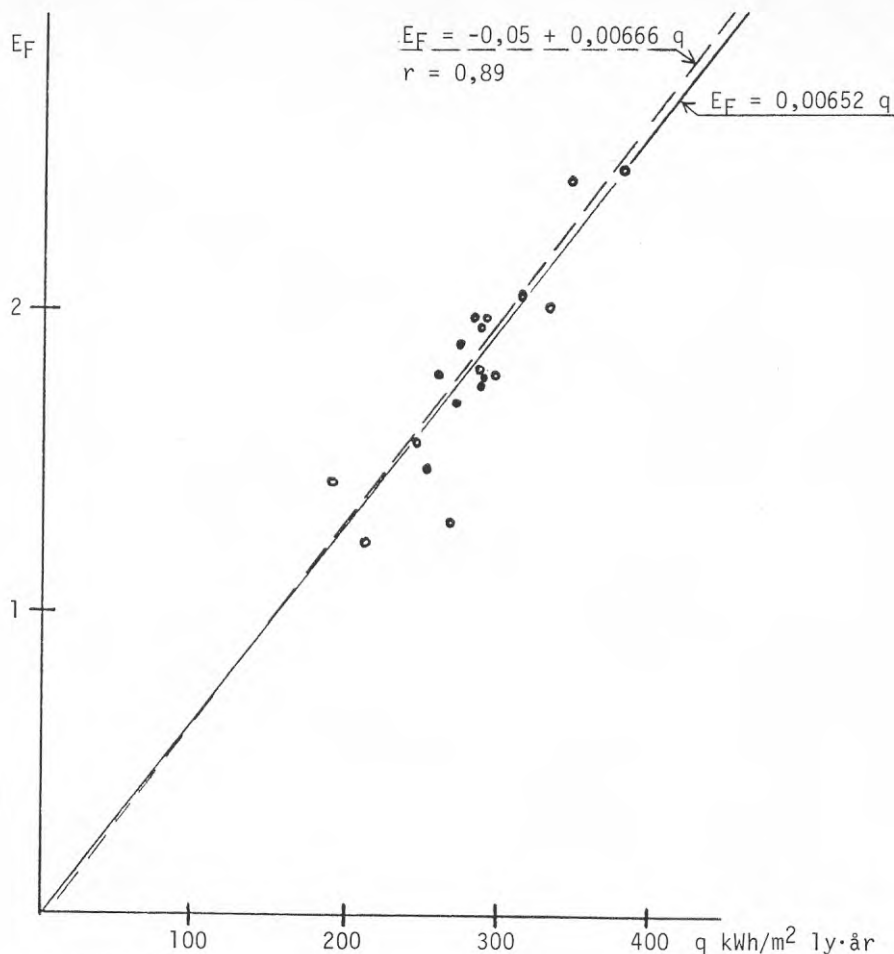
$$k_k \text{ vägg} = 0,30 \text{ (enl EPD-instruktionen; vid temp } < 18^\circ\text{C eg} = 0,45)$$

Insättning i uttrycket för  $E_F$  ger

$$E_F = 0,00652 q$$

Med  $\bar{q} = 281$  blir  $E_F = 1,83$ , att jämföra med  $\bar{E}_F = 1,81$ .

Figur A:2.2.4 redovisar grafiskt regressionslinjen enligt avsnitt A:1, uttrycket för  $E_F$  ovan och de 19 FH i punktform.



Figur A:2.2.4

### A:3 Renodling av frågeställningen

EPD's försöksverksamhet utgick bl a från hypotesen att en energistatus definierad som

$$E_F = \frac{W_{\text{faktisk}}}{W_{\text{SBN 75}}}$$

skulle vara ett praktiskt hanterbart instrument för besiktning, och att  $E_F = 1$  skulle vara det rimliga yttersta målet för förbättringsåtgärder.

Fältarbetet visade att beräkning av  $E_F$  är ett tidskrävande arbete och att ett enklare åtkomligt statusbegrepp är önskvärt.

Andra och viktiga aspekter är dels att en översiktlig tidig bedömning av en byggnads åtgärdsomognad bör kunna byggas på enkelt åtkomliga uppgifter utan besök på platsen, dels att redovisningen av statusbegreppet bör vara pedagogiskt tillrättalagd gentemot husägaren antingen han får ett ja eller ett nej på sin begäran om besiktning.



Vid samtal mellan EPD's utvärderare och professor Folke Peterson, institutionen för uppvärmnings- och ventilationsteknik, KTH, har ett uppslag till lösning av dessa problem diskuterats.

En huvudtanke är att, eftersom kvoten mellan faktisk specifik energiomsättning och specifik energiomsättning för ett hus förbättrat till SBN 75-standard är identisk med  $E_f$  enligt EPD's definition, det kan vara möjligt att för en viss hustyp i grafisk form generalisera statusbegreppet för varje tänkbar storlek av ett hus inom typen.

Teoretiskt kan en sådan modell drivas till yttersta förfining, och i verkligheten bör den drivas åtskilligt längre än till vad som här är möjligt. I det följande redovisas de principiella tankegångarna med några exempel utan anspråk på fullständig genomarbetning.

### A:3.1 Vilka data är praktiskt tillgängliga?

En viktig utgångspunkt är att den grafiska modellen för statusbedömning skall kunna bygga på sådana uppgifter om en byggnad som är lätt och alltid åtkomliga.

#### A:3.1.1 Faktisk förbrukning

Faktisk total årsförbrukning av olja, fjärrvärmeenergi eller elkraft är en uppgift som fastighetsägaren måste hjälpa till med. EPD's erfarenheter tyder på att redan detta kan vara ett problem. Utan sådana uppgifter blir emellertid ingen meningsfull statusbedömning möjlig. Med uppgifter hämtade från fakturor från de (helst) tre senaste åren kan EPD's metod i princip användas för normalårskorrigerad. Ingångsvärdena bör å-jourhållas årligen. Beräkningen kan ske på besiktningskontoret eller läggas på fastighetsägaren och endast kontrolleras av besiktningsmannen.

Uppgift om den totala lägenhetsarean kan fastighetsägaren normalt lämna.

Faktisk specifik förbrukning kan beräknas som

$$q_{\text{fakt}} = \frac{\text{total energiförbrukning kWh/år}}{\text{total lägenhetsarea m}^2}$$

I oljeeldade fastigheter föreslås omräkningsfaktorn

1 liter olja = 7 kWh i SH

1 liter olja = 8 kWh i FH

Det är lätt att konstruera diagram med alternativa antaganden om möjlig verkningsgrad i en oljeeldad anläggning.

#### A:3.1.2 Förluster allmänt

Huvudritningar i skala 1:100 är tillgängliga för de flesta bostadshus som kan komma ifråga. På sådana ritningar är alla uppgifter av betydelse för transmissions- och ventilationsförluster enligt SBN 75 åtkomliga. Man kan emellertid tänka sig att för vissa typer av främst FH hämta tillräckliga uppgifter redan ur ritningar i stadsplaneskalan 1:1000. Precisionen är i sådana sammanhang stor vad planmåttens beträffar. Uppgifter om våningsantal/hushöjd och förekomst av källare finns normalt också på sådana ritningar.

Erfarenhetsmässigt vet man att för t ex en mycket stor del av lamellhus i 2 eller 3 våningar lägenhetsarean per plan är 80-85% av totalarean i planet. Ytterväggar och lägenhetsskiljande väggar svarar för 8-10% och trapphus inkräktar med 7-10%. Det är då överslagsmässigt möjligt att utgående från en byggnads yttermått a x b sätta

$$\begin{aligned} \text{per våning uppvärmd och ventilerad area } A_{\text{uppv}} &= 0,9 \cdot a \cdot b \\ \text{per våning bebodd area } A_L &= 0,8 \cdot a \cdot b \end{aligned}$$

Den förra arean tillämpas vid beräkning av transmissionsförluster genom vinds- och golvbjälklag och av ventilationsförluster, den senare vid beräkning av faktisk specifik förbrukning och av varmvattenförbrukning.

Våningshöjden har från och med 50-talet legat kring 2,7 å 2,8 m i nybyggda lamellhus. För äldre hus bör våningshöjder på upp till 3,3 m beaktas. Transmissionsarean för ytterväggar kan uttryckas som en funktion av a, b. Ytterväggstjockleken i FH av lamellhustyp ligger i de flesta fall mellan 0,3 och 0,4 m. Formfaktorn, d v s relationen mellan omslutningsytor och uppvärmd volym, påverkas vid enkla planformer förutom av våningsantalet framför allt av husdjupet, d v s av a.

Fönsterarean är inte åtkomlig med hjälp av stadsplaneritningar. I G4:1978 antas fönsterandelen av ytterväggar för FH vara 25%. EPD-materialet ger medelvärdet  $f = 21\%$  med variationer inom intervallet 15-30%.

I en kommun bör det vara möjligt att för olika bebyggelsegrupper göra översiktliga bedömningar av f och för den enskilde besiktningsmannen bör "ögonmåttsbedömningar" kunna bli rutin.

Inom gruppen lamellhus fr o m 50-talet är källarvåningshöjden normalt ungefär 2,5 m, och i de flesta fall finns antingen hel källarvåning eller ingen källare alls.

#### A:3.1.3 Varmvattenförluster

Posten undandrar sig precisa bedömningar. I FH av lamellhustyp är lägenhetsantalet i de flesta fall  $> 6$  och ofta väsentligt större. Därmed är det inte alltför orimligt att tillämpa uttryck av typen

$$W_{VV} = v \cdot A_L \cdot p$$

där v kan grundas på "riksmedelvärden".

G4:1978 utreder frågan och anger för FH medelvärdet 4,2 kWh per dygn och person eller ca 1530 kWh per år och person.

Energiberedskapsutredningen (EBU 1975:60-61) antar ca 3800 kWh per lägenhet och år.

Enligt 1970 års folk- och bostadsräkning är genomsnittsstorleken på hushåll i FH 2,3 personer, vilket enligt G4:1978 leder till ca 3500 kWh/lägenhet och år eller, omvänt, enligt EBU till ca 1650 kWh/person och år.

1975 års folk- och bostadsräkning anger en genomsnittsstorlek för lägenheter i FH på 64 m<sup>2</sup>.

En sammanställning av dessa siffror ger

$$G4:1978: W_{VV} = 55 \cdot A_L \cdot p \text{ kWh/år}$$

$$EBU: W_{VV} = 60 \cdot A_L \cdot p \text{ kWh/år}$$

För fastställande av ett "riksmedelvärde" måste ett övervägande göras om en hitre tidsgräns för byggnader som överhuvudtaget är aktuella för energisparåtgärder. Väljs t ex 1960 som en sådan gräns blir genomsnittlig bostadsyta  $58 \text{ m}^2$  och enligt

$$G4:1978: W_{VV} = 61 \cdot A_L \cdot p$$

$$EBU: W_{VV} = 66 \cdot A_L \cdot p$$

Frågan kräver en noggrannare analys än vad som här är möjlig. I det följande används basvärdet

$$W_{VV} = 60 \cdot A_L \cdot p$$

$$\text{där } A_L = 0,8 \cdot a \cdot b$$

### A:3.2 Tillämpning på FH i lamellhusform

Som en illustration av möjligheterna att bygga en grafisk statusbedömning på specifik energiförbrukning  $q$  studeras i det följande FH av lamellhus typ i 2 resp 3 bostadsvåningar med och utan källare.

#### A:3.2.1 Val av parametrar

Q-värdet varierar från ort till ort, och måste specialbehandlas därefter. Här utförs en grundberäkning för  $Q = 100.000^\circ\text{C}\cdot\text{h}$ , som sedan modifieras för olika EPD-orter.

Våningshöjden i bostadsvåningar antas generellt till 2,7 m. Källarvåningshöjden antas till 2,5 m, varav 2,3 m inräknas i källarväggsarean.

Hänsyn till formfaktorn tas genom beräkningar för husdjupen  $a = 10, 12$  resp  $14 \text{ m}$ , som täcker det intervall inom vilket EPD-objekten varierar.

SBN föreskriver att transmissionsförluster skall beräknas på invändig area av respektive yta.

Ytterväggstjockleken antas till 0,3 m i både bostads- och källarvåningar, vilket innebär att den inre omkretsen av ytterväggar blir

$$2(a - 0,6) + 2(b - 0,6) =$$

$$2(a + b - 1,2) \text{ m}$$

Faktorn för fönsterandel av ytterväggsarea,  $f$ , varierar i EPD-materialet mellan 0,15 och 0,30. Beräkningar för dessa båda  $f$ -värden genomförs.

Vid en noggrann beräkning av genomsnittliga  $k$ -värden för vägg och fönster bör ytterväggsarean reducerad till invändiga mått användas enligt uttrycket

$$k_{\text{tot } v} = \frac{f \cdot k_{\text{fönster}} + \left(1 - f - \frac{2,4}{2a + 2b}\right) k_{\text{vägg}}}{1 - \frac{2,4}{2a + 2b}}$$

För byggnader av förekommande slag är termen  $\frac{2,4}{2a + 2b} < 0,05$ , och dess

inflytande på  $k_{\text{tot } v} < 0,03$ , eller  $< 4\%$  av en term, som svarar för högst 30% av den totala energiomsättningen. Av aritmetiska skäl förenklas därför i detta sammanhang uttrycket för genomsnittligt  $k$ -värde till

$$k_{\text{tot } v} = f \cdot k_{\text{fönster}} + (1 - f)k_{\text{vägg}}$$

$k_{\text{tot } v}$  varierar linjärt med  $f$ .

Ytterdörrar kan inräknas i fönsterarean med halva sin area.

Källarfönster försummas.

För inflytandet av temperaturer under bostadstemperatur i källare och trapphus väljs samma förenklade synsätt som i avsnittet A:2.2.1.

Varmvattenandelen, som enligt ovan antas till

$$W_{\text{VV}} = 60 \cdot 0,8 \cdot a \cdot b \cdot p \text{ kWh/år}$$

ger ett konstant bidrag till  $q$  oberoende av byggnadens totalarea, och är oberoende av  $Q$ -värdet för orten. Det är därför lätt att genom skal-förskjutningar i ett diagram ta hänsyn till andra faktorer än  $v = 60 \text{ kWh/m}^2 \text{ ly}\cdot\text{år}$ .

Beräkningar genomförs dels för byggnader i temperaturzon I och II, dels i III och IV.

#### A:3.2.2 Matematisk form för de generella uttrycken

Faktisk förbrukning blir

$$W_{\text{fakt}} = q_{\text{fakt}} \cdot 0,8 \cdot a \cdot b \cdot p \text{ kWh/år}$$

Transmissionsförlusterna blir med  $Q = 100.000^\circ\text{C}\cdot\text{h}$

$$W_{\text{tr}} = 100 \cdot a \cdot b \left[ k_{\text{tot } v} \cdot p \cdot 2,7 \frac{2(a + b - 1,2)}{a \cdot b} + 0,9 \cdot k_{\text{vind}} + 0,9 \cdot k_{\text{golv}} + k_{\text{käll } v} \cdot 2,3 \cdot \frac{2(a + b - 1,2)}{a \cdot b} \right] \text{ kWh/år}$$

där  $k_{\text{tot } v}$  är

	Zon I och II	Zon III och IV
för $f = 0,15$	$k_{\text{tot } v} = 0,51$	$k_{\text{tot } v} = 0,56$
för $f = 0,30$	$k_{\text{tot } v} = 0,78$	$k_{\text{tot } v} = 0,81$

och  $p = 2$  eller  $3$ ,

och där sista termen inom parentesens försvinner i källarlösa hus.

Vid en och samma kombination av  $a$  och  $b$  varierar endast den första termen inom parentesens, nämligen med  $k_{\text{tot } v}$ . Vi har redan konstaterat att  $k_{\text{tot } v}$  följer  $f$  linjärt. Linjär interpolation mellan kurvor för olika  $f$  är alltså möjlig.

Parentesens första och sista termer är funktioner av  $(a + b)$ .

För en viss bruttoarea  $A_B$  kan  $a$  anta alla värden, varvid  $b = \frac{A_B}{a}$  och  $a + b = a + \frac{A_B}{a}$ . Uttrycket är icke-linjärt och linjär interpolation mellan kurvor för olika  $a$ -värden är således icke korrekt. En nedbrytning av intervallet 10 - 14 m, som täcker EPD-materialet, i kurvor för 10, 12 och 14 m kan bedömas som en tillräcklig förfining.

Ventilationsförlusterna blir i analogi med avsnitt A:2.2.2

$$W_{\text{vent}} = 100 \cdot 0,454 \cdot 0,9 \cdot a \cdot b \cdot p \text{ kWh/år}$$

Varmvattenförlusterna blir

$$W_{\text{VV}} = 60 \cdot 0,8 \cdot a \cdot b \cdot p \text{ kWh/år}$$

Uttrycket för  $E_F$  har formen

$$E_F = \frac{W_{\text{fakt}}}{W_{\text{tr}} + W_{\text{vent}} + W_{\text{VV}}}$$

Insättning av delposterna leder till att uttrycket för en viss byggnad antar formen

$$E_F = \text{konstant} \cdot q$$

Om  $E_F$  sätts = 1 kan  $q_{\text{SBN 75}}$  för varje kombination av parametrar beräknas som funktion av lägenhetsarean  $A_L \cdot p$ .

Diagram A:1 visar  $q_{\text{SBN 75}}$  som funktion av  $A_L \cdot p = 0,8 \cdot a \cdot b \cdot p$  för 2- och 3-vånings lamellhus med respektive utan källare i temperaturzon III och IV och för  $Q = 100.000^\circ\text{C} \cdot \text{h}$ . För att vinna grafisk överskådlighet redovisas endast kurvor för husdjupet  $a = 12$  m och fönsterandelen  $f = 0,225$ , vilka båda värden ligger nära genomsnittet för EPD-materialet.

Beräkningsmodellen testas på ett antal EPD-objekt. I det tidigare undersökta EPD-materialet för orter med  $Q$ -värden nära  $95.000^\circ\text{C} \cdot \text{h}$  är 9 av 19 FH 3-vånings lamellhus med hel källarvåning. Diagram A:2 visar vid detta  $Q$ -värde kurvskaror för  $f = 0,15$  resp  $f = 0,30$  vid husdjupen  $a = 10, 12$  och  $14$  m. I diagrammet markeras faktiska värden med inringad punkt och SBN 75-värden med pil. För varje hus anges kvoten mellan  $q_{\text{fakt}}$  och  $q_{\text{SBN 75}}$ . Inom parentes redovisas  $E_F$ -värde enligt modifierad individuell EPD-beräkning. Modifieringen innebär en omräkning av  $E_F$ -värdet med specifika varmvattenförbrukningen  $v = 60 \text{ kWh/m}^2 \text{ ly}\cdot\text{år}$ .

Modifieringen sker på följande sätt

$$E_{F\text{EPD}} = \frac{q_{\text{fakt}} \cdot A_L \cdot p}{\Sigma W}$$

$$E_{F\text{mod}} = \frac{q_{\text{fakt}} \cdot A_L \cdot p}{\Sigma W + (60 - q_{\text{VV}}) \cdot A_L \cdot p}$$

där  $q_{\text{VV}}$  = specifik varmvattenförbrukning enligt EPD.

Invertera!

$$\begin{aligned} \frac{1}{E_{F\text{mod}}} &= \frac{\Sigma W}{q_{\text{fakt}} \cdot A_L \cdot p} + \frac{60 - q_{\text{VV}}}{q_{\text{fakt}}} = \\ &= \frac{1}{E_{F\text{EPD}}} + \frac{60 - q_{\text{VV}}}{q_{\text{fakt}}} \end{aligned}$$

Efter insättning av värden ur EPD-materialet kan  $E_{F\text{mod}}$  lösas ut genom förnyad invertering.

På motsvarande sätt visar diagram A:3 kurvor för  $Q = 130.000^\circ\text{C} \cdot \text{h}$  i

temperaturzon I och II. I diagrammet redovisas 3 lamellhus i Piteå med 3 våningar och hel källare ( $Q = 129.600^{\circ}\text{C}\cdot\text{h}$ ).

För byggnader i mellanlägen i sammanhängande huslängor har oavsett totalarea  $q_{\text{SBN } 75}$  prickats in motsvarande adekvata kurvors utplanade delar ( $A_L \cdot p > 2000 \text{ m}^2$ ). För vid ena gaveln motbyggda hus har  $q_{\text{SBN } 75}$ -värdet interpolerats mellan verklig area och  $A_L \cdot p > 2000 \text{ m}^2$ . Förekomsten av sådana hus markeras med symbolen = respektive  $\epsilon$ , medan friliggande byggnader betecknas  $\mu$ .

Kvoten  $q_{\text{fakt}}/q_{\text{SBN } 75}$  är genomgående  $> E_{\text{Fmod}}$ . Medelvärdena för 12 objekt är 1,60 respektive 1,55, och avvikelserna förefaller systematisk. En uppenbar skillnad ligger i att EPD-materialet bygger på bruttoareor för ytterväggar kring våningsplan och källare, d v s ingen reduktion av arean för väggstocklek och höjden av vindsbjälklag har skett. Vidare är hälften av de undersökta husen byggda före 1950, och kan därmed ha våningshöjder över 2,7 m. Uppgift om våningshöjder saknas i underlagsmaterialet.

Reduktion av bruttoareor med vägg- och vindsbjälklagstocklekar ökar  $E_{\text{F}}$  med 0,01 ä 0,02.

Överslagsberäkningar visar vidare att i området  $A_L \cdot p = 1000$  ä  $2000 \text{ m}^2$  betyder med  $q_{\text{fakt}} \approx 280 \text{ kWh/m}^2 \text{ ly}\cdot\text{år}$  ökning av våningshöjden per 0,1 m en minskning av kvoten  $q_{\text{fakt}}/q_{\text{SBN } 75}$  med ca 0,03.

Avvikelserna kan således bedömas ligga inom rimlig felmarginal med hänsyn till modellens konstruktion, och samstämmigheten torde vara tillräcklig för den översiktliga energistatusbedömning som är modellens syfte.

### A:3.2.3 Regressionsanalys med modifierade $E_{\text{F}}$ -värden

Som en test på modellens antagande om ett "riksmedelvärde" för varmvattenförbrukning i FH kan regressionsanalysen i avsnitt A:1 upprepas med  $E_{\text{F}}$ -värden för ett enhetligt värde på  $v$ , modifierade enligt föregående avsnitt. Om man ansätter  $v = 27 \text{ kWh/m}^2 \text{ ly}\cdot\text{år}$ , som enligt avsnitt A:2.2.3, sid 84, är medelvärdet för de 19 FH med  $Q \approx 95.000^{\circ}\text{C}\cdot\text{h}$ , ökar korrelationen för sambandet mellan  $E_{\text{Fmod}}$  och  $q$  till  $r = 0,95$ . Med  $v = 60 \text{ kWh/m}^2 \text{ ly}\cdot\text{år}$  enligt modellens antagande ger linjär regressionsanalys enligt minsta kvadratmetoden sambandet

$$E_{\text{F}} = -0,10 + 0,00567 q; r = 0,96$$

att jämföra med ursprungliga

$$E_{\text{F}} = -0,05 + 0,00666 q; r = 0,89$$

Med ökande värden på  $v$  stiger korrelationen långsamt för att vid mycket stora  $v$ -värden närma sig 1 medan  $E_{\text{F}}$  går mot 0. Operationen ger således inget stöd för antagande av ett visst värde på  $v$ , men väl för att i FH-sammanhang välja ett konstant  $v$ -värde framför individuella bedömningar.

Beräkningen i slutet av avsnitt A:2.2.4 (sid 85) kan upprepas med

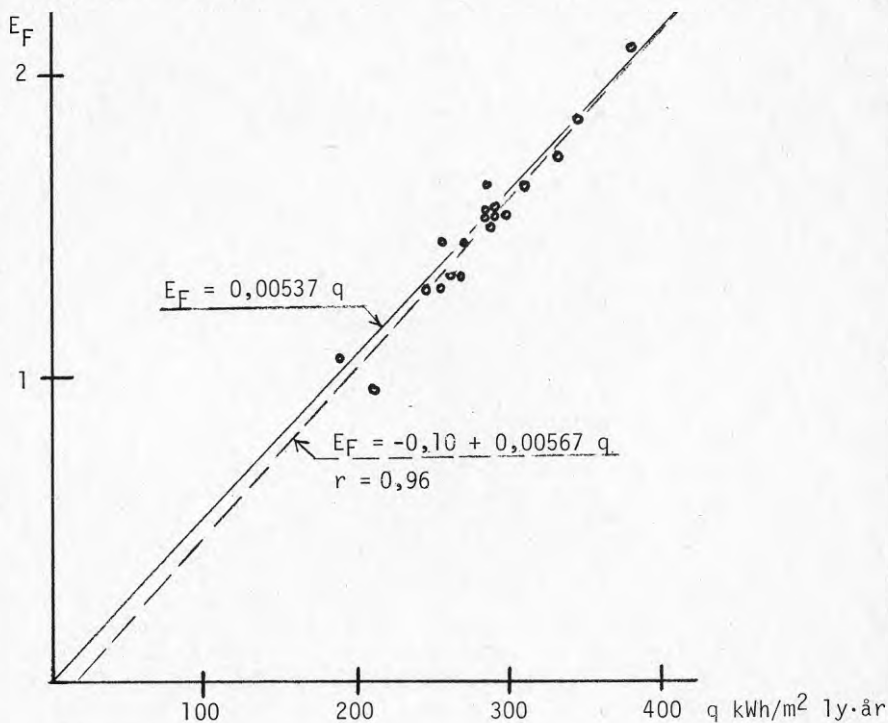
$$v = 60 \text{ och } \bar{E}_{\text{Fmod}} = 1,49 \text{ och med övriga konstanter oförändrade.}$$

Då blir

$$E_{\text{F}} = 0,00537 q$$

Med  $\bar{q} = 281$  blir  $E_{\text{F}} = 1,51$ , att jämföra med  $\bar{E}_{\text{Fmod}} = 1,49$ .

Figur A:3.2.3 redovisar grafiskt den modifierade regressionslinjen, uttrycket för  $E_F$  ovan och de 19 FH i punktform. Jämför med figur A:2.2.4 på sid 86.



Figur A:3.2.3

#### A:3.2.4 Praktisk användning av diagrammen

I området mellan faktiskt  $q$ -värde och  $q_{SBN\ 75}$  för en viss byggnad ligger  $q$ -värden efter de förbättringar, som kan komma ifråga.

Byte från 2- till 3-glasfönster torde i de flesta fall vara den byggnadstekniska åtgärd som har sämst lönsamhet. Det kan finnas skäl att betrakta fönsterbyte som sista steget mot SBN 75-standard. Grafiskt kan detta illustreras genom att man i varje diagram lägger in kurvskador byggda på samma parametrar som övriga kurvor, men med de  $q$ -värden som motsvarar 2-glasfönster.

Diagram A:4 visar ett exempel, där ett EPD-objekt redovisas, nämligen FH 5 i region Mellan II, samma hus som exemplifieras i EPD-blanketten, bilaga 1. För överskådliggighets skull markeras endast kurvor för 2-glasfönster vid 12 m husdjup.

Diagram A:5, slutligen, är en fingerad blankett från fältet.

#### A:4 Sammanfattning

Ett energistatusbegrepp byggt på kvoten mellan faktisk specifik förbrukning och specifik förbrukning enligt SBN 75 har studerats för vissa typer av hus. Samstämmigheten med  $E_F$ -beräkningar enligt EPD's ursprungliga metod är tillfredsställande.

De exempel som presenterats får endast betraktas som principiella.

Mycket återstår att göra både i förfinande och förenklande riktning. Framför allt måste den grafiska läsbarheten ägnas stor omsorg.

I praktiken behövs blad för andra våningshöjder än 2,7 m, förslagsvis också 3,0 och 3,3 m. Kurvor för 8 m husdjup, d v s för  $a = 8$  m, behövs också i det generella fallet. För lamellhus med större husdjup torde däremot extrapolering under 14-m kurvorna ge tillräcklig precision.

Varje ort kan behöva en för sitt gradtimal avpassad uppsättning diagram. Alternativet är att upprätta diagram i intervallet 80-160.000°C·h med differensen 5.000 å 10.000°C·h.

Däremot är skillnaderna mellan klimatzon I-II och III-IV så marginella att de dubbla blankettuppsättningar, som kan övervägas i området närmast  $Q = 100.000^{\circ}\text{C}\cdot\text{h}$ , knappast behöver komma ifråga.

Lamellhus, särskilt i 3 våningar, representerar en mycket stor grupp av landets flerbostadshus.

Inget försök har här gjorts att studera andra frekventa typer av bostadshus. 1 1/2-plans småhus, t ex, låter sig behandlas med samma principiella metoder, men leder sannolikt till betydligt större generaliseringssvårigheter. Varmvattenandelen i förbrukningen blir osäkrare, men kan kanske bemästras genom de mer ingående intervjuer, som kan bli möjliga när en enskild familj begär besiktning. Ingenting hindrar att diagrammen renodlas för summan av transmissions- och ventilationsförluster, och att en uppskattad specifik varmvattenförbrukning dras av från den faktiska förbrukningen före inprickningen i ett sådant diagram. Att så inte skett i de presenterade exemplen sammanhänger med önskan att ge en totalbild av energiomsättningen - även detta till en del i pedagogiskt syfte.



Tabell A:1

Reg	Hus	Q °C·h	By.år	Uppv. form	a m	f	p	A <sub>L</sub> ·p m <sup>2</sup>	r	s	t	v	q <sub>fakt</sub>	E <sub>F</sub> EPD	E <sub>F</sub> v=60	Diagr A:2	rel	Anm	
M I	FH 5	94.990	1935	fjv	14,0	0,30	3	1344	1	0,68	0,42	19	270	1,88	1,46	X	=		
	6	"	35	fjv	13,0	0,25	3	1198	1	0,68	0,52	32	380	2,48	2,10	X	=		
	7	"	49	fjv	11,0	0,19	3	588	1	0,82	0,64	33	333	2,01	1,73	X	=		
	8	"	59	fjv		0,23	4	1267	1	0,68	0,69	14	188	1,43	1,06	-			
	9	"	58	fjv	12,5	0,26	3,5	1578	1	0,58	0,49	36	252	1,49	1,30	-			
	10	"	64	fjv	14,8	0,21	3	1747	1	0,61	0,54	46	282	1,77	1,63	X	=		
	11	"	73	fjv	11,0	0,17	2,4	1235	1	0,66	0,60	16	346	2,43	1,86	-			
	12	"	61	olja	12,5	0,23	2	1632	0,4	0,67	0,57	31	294	1,79	1,52	-			
	13	"	48	fjv	10,5	0,22	3	1738	1	0,71	0,63	22	288	1,96	1,56	X	=		
	M II	FH 3	94.990	50	olja	11,8	0,23	3	1109	1	0,68	0,61	19	289	1,98	1,55	X	=	
		4	"	49	olja	9,7	0,18	2	200	1	1,04	0,68	15	210	1,21	0,97	-		
		5	"	46	olja	12,0	0,28	3	1555	1	0,59	0,45	22	283	2,00	1,57	X	=	Butiker i bv
		6	"	56	olja	14,0	0,24	3	3355	1	0,65	0,48	31	281	1,80	1,52	-		
7		"	39	olja	12,2	0,22	3	720	1	0,85	0,77	20	311	2,06	1,63	X	=		
9		94.990	58	fjv	11,5	0,19	5	1684	1	0,85	0,67	29	257	1,79	1,47	-			
Väst	10	"	55	olja	11,1	0,18	3	974	1	0,90	0,63	63	263	1,30	1,32	-		Butiker i bv	
	FH 5	93.280	49	olja	11,2	0,16	3	1152	1	0,96	0,84	27	243	1,57	1,29	X	=		
	6	"	61	olja	11,1	0,19	3	1488	1	0,86	0,70	30	285	1,78	1,50	-		Butiker i bv	
	8	95.880	47	olja	17,6	0,20	3	744	1	0,86	0,73	14	269	1,70	1,32	-		"punkthus"	
Medelvärde						0,22	3,05		0,97	0,75	0,61	27	281	1,81	1,49				
Standardavvikelse						0,04	0,65		0,14	0,13	0,11	12	43	0,33	0,26				

## Diagram A:1

Lamellhus i 2 våningar utan källare - - - - -  
 Lamellhus i 2 våningar med källare - - - - -  
 Lamellhus i 3 våningar utan källare ————  
 Lamellhus i 3 våningar med källare ————

Våningshöjd 2,7m. Husdjup  $a = 12\text{m}$ . Fönsterandel  $f = 0,225$ .  
 Temperaturzon III o IV.  $Q = 100.000^{\circ}\text{C}\cdot\text{h}$ .

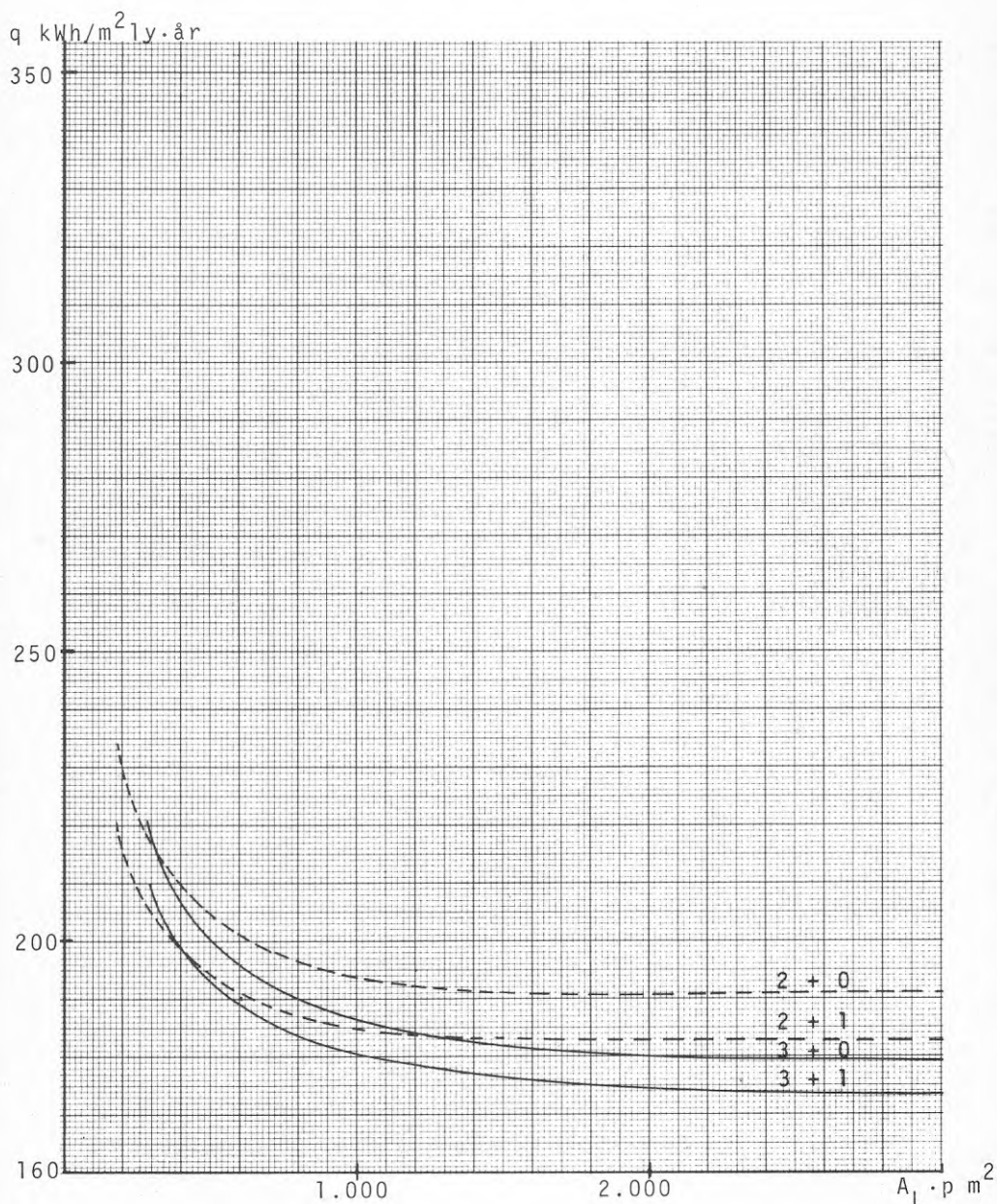


Diagram A:2

Lamellhus i 3 våningar med källare, Våningshöjd 2,7m.  
 Temperaturzon III o IV.  $Q = 95.000 \text{ } ^\circ\text{C}\cdot\text{h}$ .

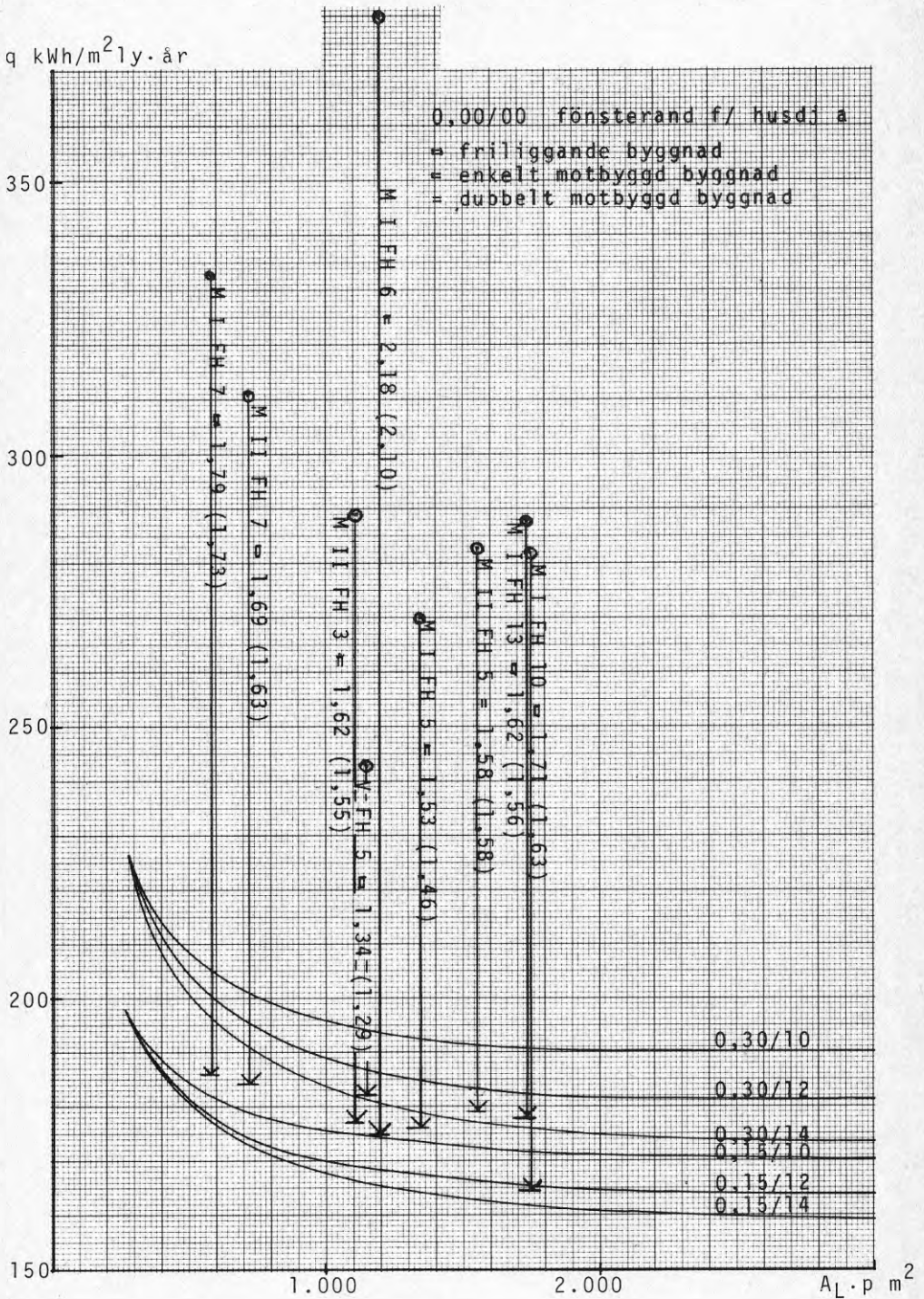


Diagram A:3

Lamellhus i 3 våningar med källare. Våningshöjd 2,7m.  
Temperaturzon I o II.  $Q = 130.000 \text{ } ^\circ\text{C}\cdot\text{h}$ .

$q \text{ kWh/m}^2\text{ly}\cdot\text{år}$

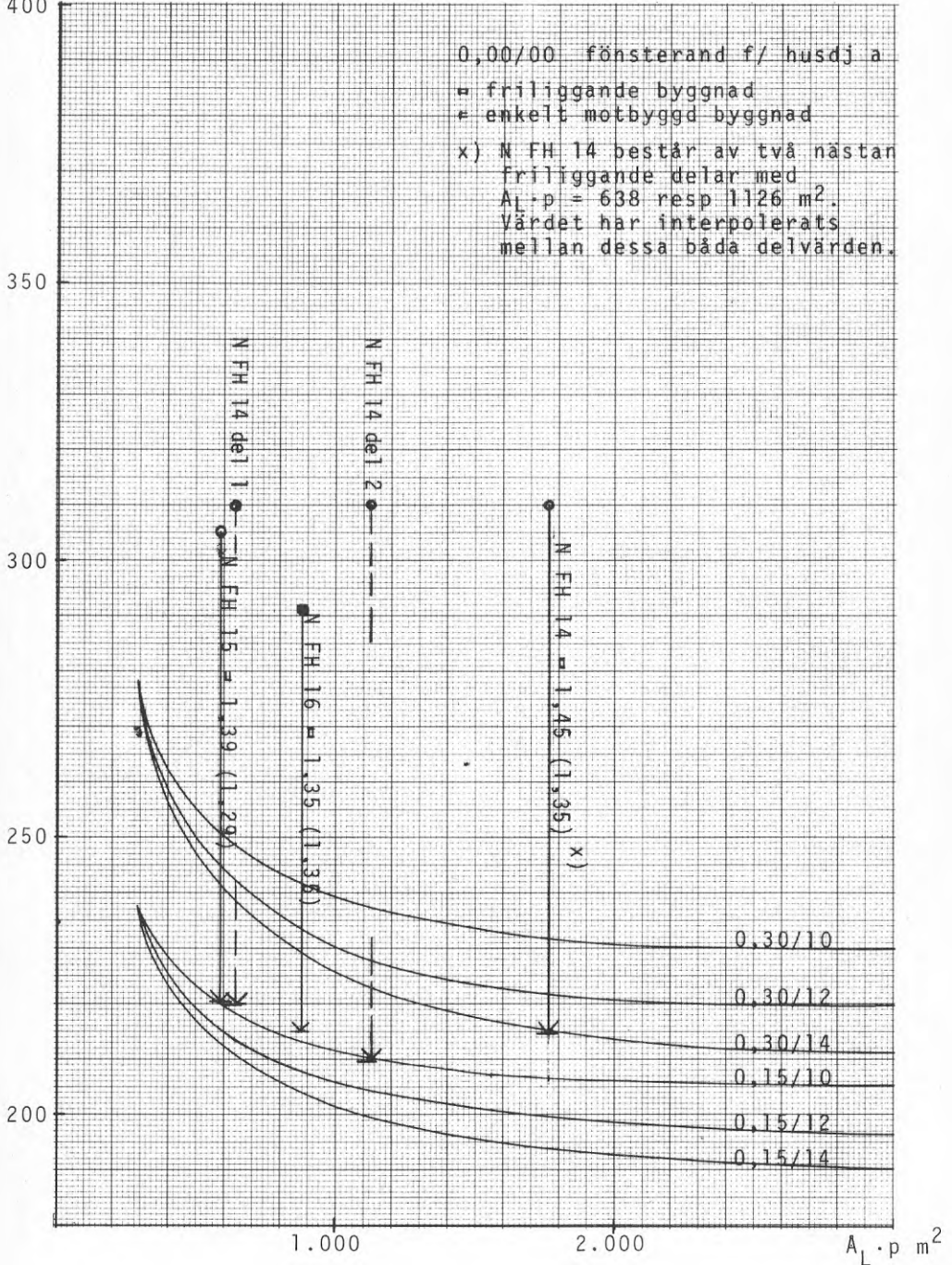


Diagram A:4

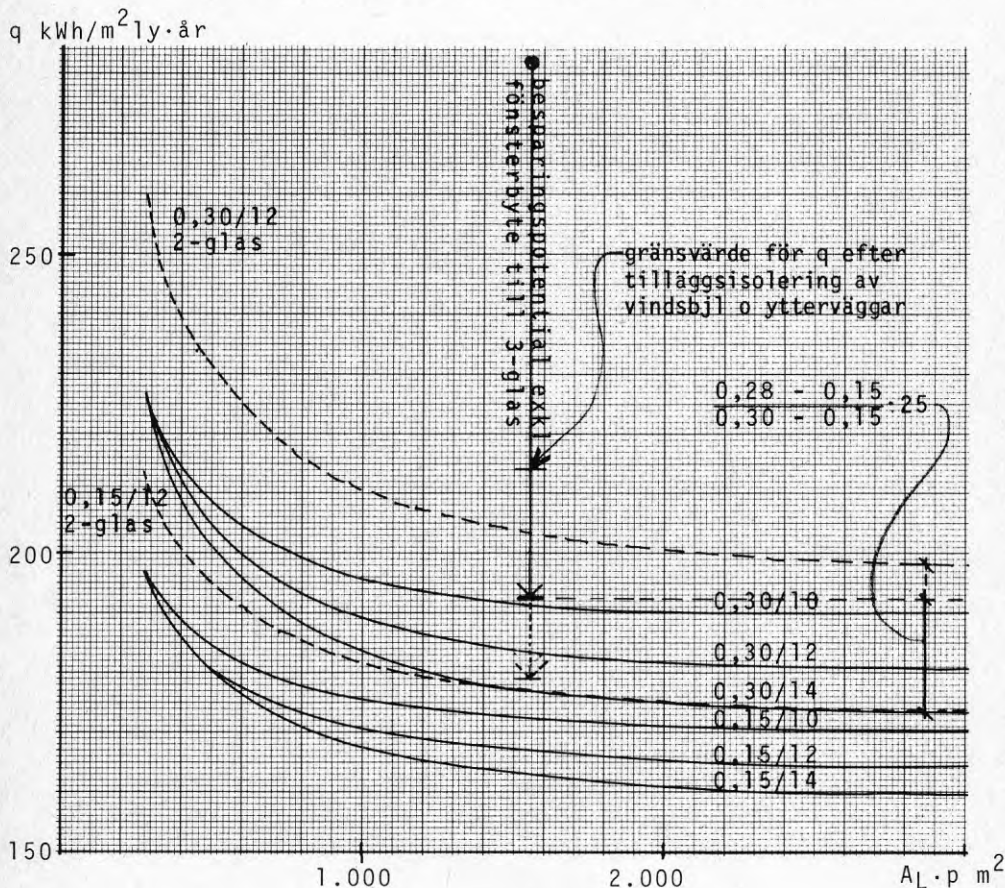
Lamellhus i 3 våningar med källare. Våningshöjd 2,7m.  
Temperaturzon III o IV.  $Q = 95.000^{\circ}\text{C}\cdot\text{h}$ .

Diagrammet upptar streckade kurvor för 2-glasfönster vid husdjupet  $a = 12\text{m}$ .

Diagrammet illustrerar ett besiktigat hus, M II FH 5, i Kungsör ( $Q = 94.990^{\circ}\text{C}\cdot\text{h}$ ). Husdjupet  $a = 12\text{m}$  och fönsterandelen  $f = 0,28$ . Huset är motbyggt vid båda gavlarna, varför interpolation för fönsterandel sker inom kurvornas utplanade delar.

$q_{\text{SBN75}}$  blir exklusive byte till 3-glasfönster  $193 \text{ kWh/m}^2 \text{ ly}\cdot\text{år}$ .

I besiktningens protokoll för M II FH 5 föreslås tilläggsisolering till SBN 75-standard av vindsbjälklag och ytterväggar. Detta bör kunna leda till verklig ventilation i enlighet med gränsvärdet i SBN 75.  $E_F$  blir då efter modifiering för  $v = 60 \text{ kWh/m}^2 \text{ ly}\cdot\text{år}$  1,32, vilket motsvarar  $q = 214 \text{ kWh/m}^2 \text{ ly}\cdot\text{år}$ . Källarväggarna bedömdes ha k-värdet  $1,43 \text{ W/m}^2\cdot^{\circ}\text{C}$ , men ingen åtgärd föreslogs. Om k-värdet förbättras till  $0,30$  sjunker  $q$  med  $18 \text{ kWh/m}^2 \text{ ly}\cdot\text{år}$ . Detta värde ligger mycket nära den grafiska skillnaden i diagrammet,  $214 - 193 = 21 \text{ kWh/m}^2 \text{ ly}\cdot\text{år}$ .



Lamellhus i 3 våningar med källare. Våningshöjd 2,7m.  
 Temperaturzon III o IV.  $Q = 95.000^{\circ}\text{C}\cdot\text{h}$ .

Fingerat exempel från fältet.

Öbro (zon III,  $Q = 97.030^{\circ}\text{C}\cdot\text{h}$ ) Helsingatan 7-11

Byrålandsområdet, by.år -56  $\rightarrow f \approx 0,20$

3 vån + hel källare.  $L_v = 1322 \text{ m}^2$   
 (enl. uppg.) Normalårskont. för brukn.  
 $52 \text{ m}^3 E_0 3 \rightarrow \approx 0,8 \cdot 52 = 416 \text{ MWh/år}$

Enl karta 1:1000  $a \times b = 11 \times 51 \text{ m} \rightarrow$   
 $\rightarrow 0,8 \cdot 11 \cdot 51 \cdot 3 = 1346 \text{ m}^2$ . Säg  $A_{L,p} =$   
 $= 1320 \text{ m}^2$ . Fri liggande båda ändar

$$f_{\text{fält}} = \frac{416.000}{1320} = 315 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{år}}$$

q kWh/m<sup>2</sup>ly.år

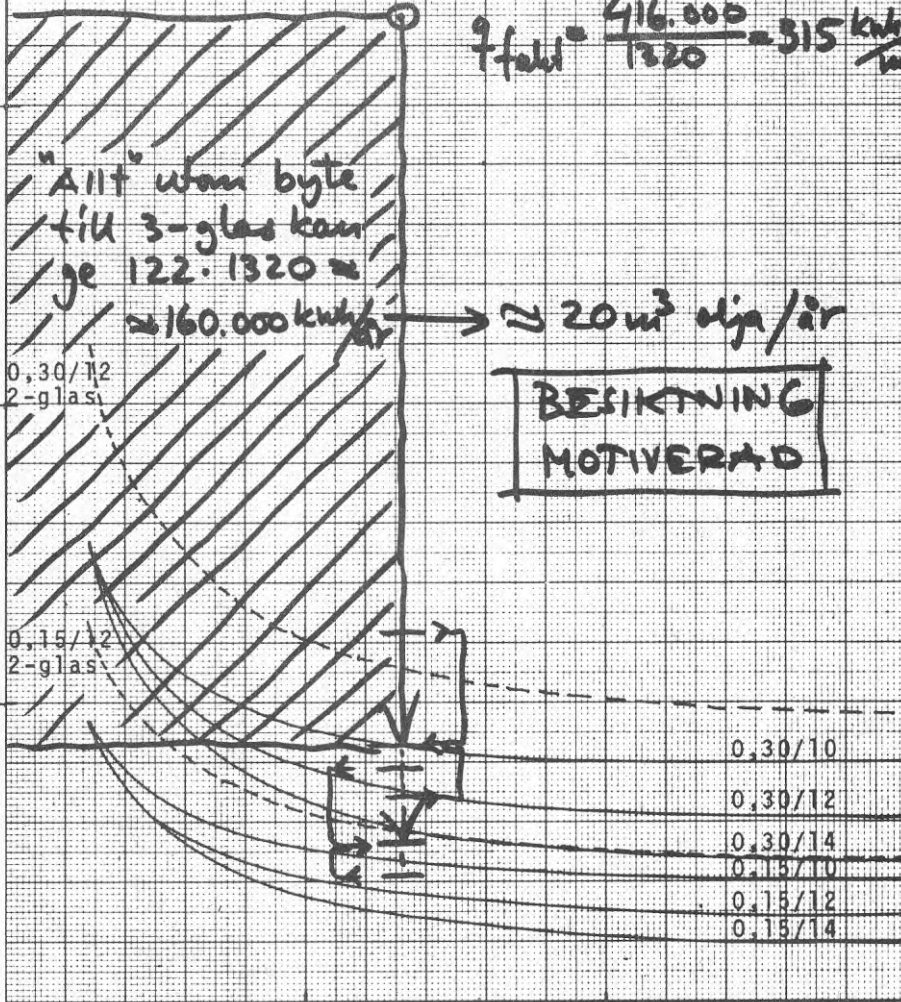
350

300

250

200

150



"Allt" utom byte  
 till 3-glas kam  
 je  $122 \cdot 1320 \approx$   
 $\approx 160.000 \text{ kWh/år}$

$\approx 20 \text{ m}^3 \text{ olja/år}$

**BESIKTNING  
 MOTIVERAD**

0,30/12  
 2-glas

0,15/12  
 2-glas

0,30/10

0,30/12

0,30/14

0,15/10

0,15/12

0,15/14

1.000

2.000

$A_L \cdot p \text{ m}^2$

**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 770618-3 från  
Statens råd för byggnadsforskning till Bygginfo, Stockholm.**

**R107: 1979**

**ISBN 91-540-3091-9**

**Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm**

**Art.nr: 6700007**

**Abonnemangsgrupp:  
Ingår ej i abonnemang**

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

**Cirkapris: 30 kr exkl moms**