



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.

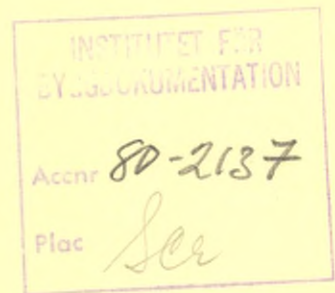
This work has been digitized at Gothenburg University Library and is free to use. All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text. This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may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



Energiförbrukning i lokaler

Utvärdering av energibesparings- utredningar för lokaler

Bernt Alvedahl



R139:1980

ENERGIFÖRBRUKNING I LOKALER

Utvärdering av energibesparingsutredningar
för lokaler

Bernt Alvedahl

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 791553-9
från Statens råd för byggnadsforskning till Tyréns Före-
tagsgrupp AB, Stockholm

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

R139:1980

ISBN 91-540-3372-1

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

LiberTryck Stockholm 1980 057299

INNEHÅLL:

FÖRORD	4
SAMMANFATTNING	5
1 VAD MENAS MED LOKALER?	7
2 UTREDNINGENS SYFTE	9
3 OMFATTNING OCH UNDERLAG	10
4 ENERGIBALANSER OCH REFERENSSYSTEM	11
5 DATA FRÅN TIDIGARE UTREDNINGAR	13
6 NÅGRA DATA UR UTREDNINGSMATERIALET	15
7 JÄMFÖRELSEMATERIAL	17
8 DISKUSSION AV UNDERSÖKNINGSRESULTATET	18
9 LÖNSAMHETSNIVÅER	26
10 ÅTGÄRDER - SAMMANFATTNING	37
11 SLUTSATSER	43
12 DISKUSSION AV TILLFÖRLITLIGHETEN - JÄMFÖRELSE MED ANDRA UTREDNINGAR	47

FÖRORD

Materialet till föreliggande undersökning är till övervägande del hämtat ur energibesparingsutredningar som under de senaste tre åren gjorts av Tyréns Företagsgrupp AB, dels av författaren, dels av civilingenjör Hans-Olof Hedberg m fl, i första hand på uppdrag av Byggnadsstyrelsen. En viss breddning av underlaget har varit möjlig att göra med hjälp av material som ställts till förfogande av bl a Stockholms Skolförvaltning, Stockholms läns landsting, K-konsult och Scandiaconsult, för vilket vi tackar.

Vid bearbetningen av materialet har förutom Hans-Olof Hedberg även civilingenjör Helena Cornell medverkat. Kurvor och diagram har ritats av ingenjör Britt Egelberg. För redigering och utskrift har Kerstin Karmgård svarat.

SAMMANFATTNING

Med "lokaler" avses i denna utredning alla byggnader utom bostäder och industrins byggnader.

Lokalernas sammanlagda byggnadsvolym har beräknats till 400 milj m³.

Tidigare utredningar har angivit den specifika nettoenergiförbrukningen i lokaler till 70 kWh/m³ (beräkning efter EK 1965), 100 kWh/m³ (EPU 1972), 110 kWh/m³ (Lindskoug 1976), dvs totalt av storleksordningen 40 TWh/år under 1970-talets första hälft. Däri ingår av Byggnadsstyrelsen (KBS) förvaltade byggnader med en specifik förbrukning av ca 80 kWh/m³ under 70-talets första hälft, dvs betydligt lägre än riksgenomsnittet under samma period.

Nuläge

Enligt denna utredning är förbrukningen i ett urval av Byggnadsstyrelsens Stockholmsförvaltning förvaltade fastigheter (ett 50-tal byggnader med en sammanlagd byggnadsvolym av över 2 milj m³) som vi undersökt 56 kWh/m³, dvs 30 % lägre än vad som tidigare angivits. En sammanställning av förbrukningssiffror för ytterligare ca 500 av KBS' fastigheter ger ett medeltal på 61 kWh/m³, dvs 24 % lägre än den tidigare uppgivna siffran.

Vi anser att riksgenomsnittet idag är ca 85 kWh/m³ eller 15 % lägre än EPU:s siffra. Totalt blir förbrukningen då 33 TWh/år.

Besparingsåtgärder nivå 1 (BK* = 0,0 - 0,15 kr).

De energibesparingsutredningar som Tyréns har utfört för KBS m fl under de senaste åren har lett till åtgärder motsvarande ca 30 % besparing (19 kWh/m³). Om siffran tillämpas på hela lokalbeståndet motsvarar det en besparing av storleksordningen 9 - 11 TWh. Förbrukningen skulle då minska från 33 TWh till 22-24 TWh/år.

Kostnaden för de av oss föreslagna åtgärderna är genomsnittligt ca 10 kr/m³. För hela lokalbeståndet i landet skulle det innebära en investering på 4 miljarder kr. Besparingskostnaden i 1979 års priser blir i genomsnitt ca 2 öre, vilket motsvarar en investering av kr 0,40 per årligen inbesparad kWh.

* BK = "energibesparingskostnad" = det energipris i nuläget som åtgärderna motsvarar, dvs vad man hade kunnat betala för energin om man istället valt att inte genomföra åtgärderna.

Fördelning av investering och årlig energibesparing enligt nivå 1 blir följande (i runda tal):

Åtgärd	Investering miljarder kr	Energi- bespar, TWh
Tilläggsisolering	1,0	1,0
Fönsterbyte/-kompl	0,9	0,5
Ventilationstekn åtg	1,2	8,3
Tättningsåtgärder	0,9	1,2
	4,0	11,0

Besparingsåtgärder nivå 2 (BK = 0,15 - 0,30 kr)

Ytterligare investeringar av 7 miljarder, satsade på tilläggsisolering av fasader, fönsterbyte och värmewäxling ger ca 1,6 TWh ökad besparing. BK för dessa åtgärder blir i genomsnitt 0,22 kr.

Fördelning av investering och årlig energibesparing enligt nivå 2 blir följande (i runda tal):

Åtgärd	Investering miljarder kr	Energi- bespar, TWh
Tilläggsisolering	5,1	1,0
Fönsterbyte/-kompl	0,8	0,2
Värmewäxling	1,1	0,4
	7,0	1,6

Totalförbrukningen i det befintliga lokalbeståndet blir då ca 20,5 TWh, vilket motsvarar en specifik förbrukning av 51 kWh/m³.

Om vi antar att

- energiförbrukningen i nyproduktionen kommer att ligga på 25 kWh/m³
- beståndet år 2000 kommer att uppgå till 500 miljoner m³, varav 2/5 byggda efter 1979

blir den specifika förbrukningen i genomsnitt 41 - 47 kWh/m³ och totalförbrukningen i lokalbeståndet 20,5 - 23,5 TWh. De lägre siffrorna avser nivå 2 och de högre nivå 1.

Sammanställning

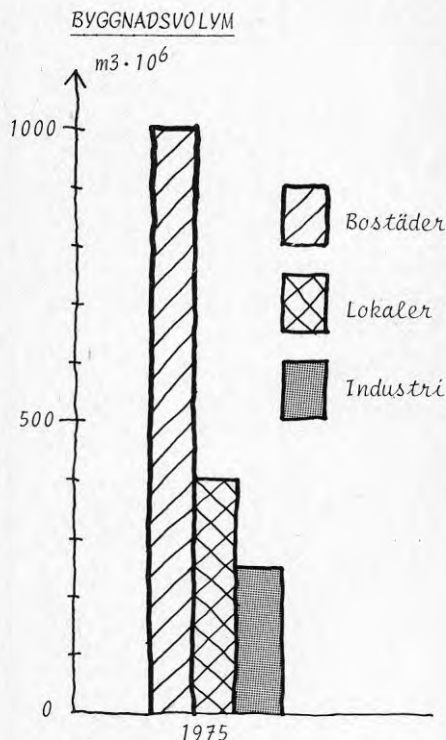
Nivå 1	Investering = 4 miljarder kr
	Besparing = 11 TWh
	BK = 0,02 kr/kWh
Nivå 2	Investering = 7 miljarder kr
	Besparing = 1,6 TWh
	BK = 0,22 kr/kWh

1 VAD MENAS MED LOKALER?

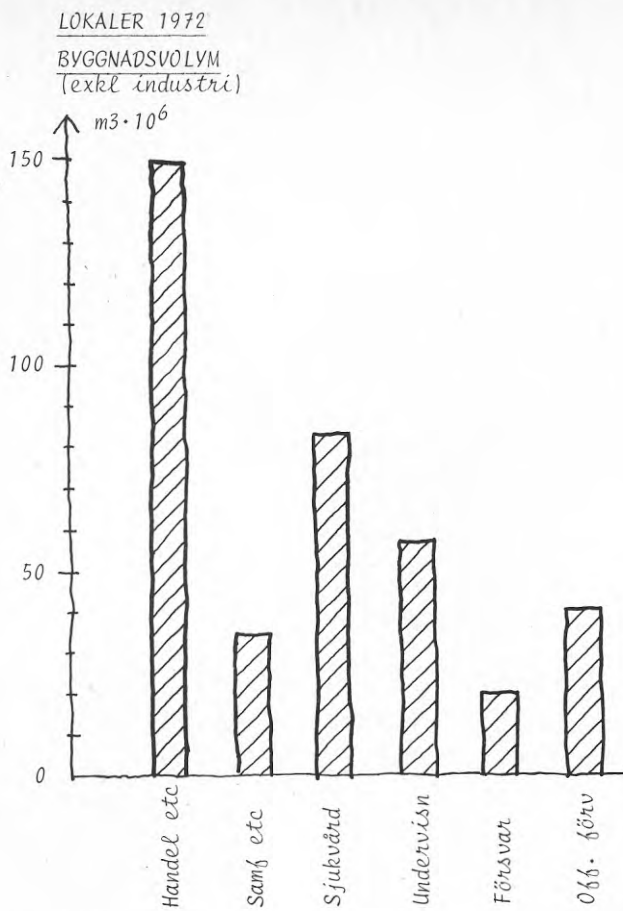
I prognossammanhang brukar man ofta indela landets byggnadsbestånd i tre huvudgrupper, nämligen

- bostäder
- industrilokaler
- övriga lokaler.

Under rubriken "övriga lokaler" eller enbart "lokaler" inrymmer man sålunda såväl kontorshus och offentliga byggnader som sjukhus, skolor, idrottsanläggningar m m, dvs alla byggnader utom bostäder och industrins byggnader. Med den definitionen har vi idag i Sverige ca 400 milj m³ lokaler. Det är ungefär en fjärdedel av den totala byggnadsvolymen i landet. Ungefär 1/3 av lokalerna utgörs av lokaler för handel, bank, försäkringsverksamhet och andra typer av kommersiella lokaler samt samlingslokaler. Den näst största gruppen utgörs av byggnader för sjuk- och socialvård, närmare bestämt ca 1/4 av lokalbeståndet. För övrigt indelas gruppen i undervisningslokaler, lokaler för offentlig förvaltning, lokaler för samfärdsel etc samt försvarets anläggningar. Se FIGUR 1 och 2.



FIGUR 1



FIGUR 2

2 UTREDNINGENS SYFTE

Utredningen har två huvudsyften, nämligen

- att försöka fastställa nuvarande energiförbrukning i lokalbeståndet i sin helhet och i olika typer av lokaler samt om möjligt urskilja de omständigheter som kan inverka på energiförbrukningens storlek,
- att undersöka vilka besparingsmöjligheter som finns inom ramen för olika lönsamhetskriterier.

3 OMFATTNING OCH UNDERLAG

Det främsta underlaget för utredningen är de energibesparingsutredningar som under de senaste åren gjorts för Byggnadsstyrelsens Stockholmsförvaltning samt vissa andra statliga, kommunala och privata beställare. Den undersökta byggnadsvolymen är 2 milj m³, dvs ca 1/2 % av hela rikets bestånd. Eftersom Byggnadsstyrelsen (KBS) stått som huvudbeställare dominerar materialet av kontorsbyggnader och offentliga lokaler. En grupp som helt saknas i underlaget är militära anläggningar.

I allmänhet har undersökningarna omfattat byggnadens hölje (byggnadstekniskt) och ventilationssystemet. Uppvärmningsanläggningen har behandlats endast i samband med värmeåtervinning o d, medan intrimning och liknande åtgärder ansetts vara underhållsåtgärder som inte hör hemma i detta sammanhang.

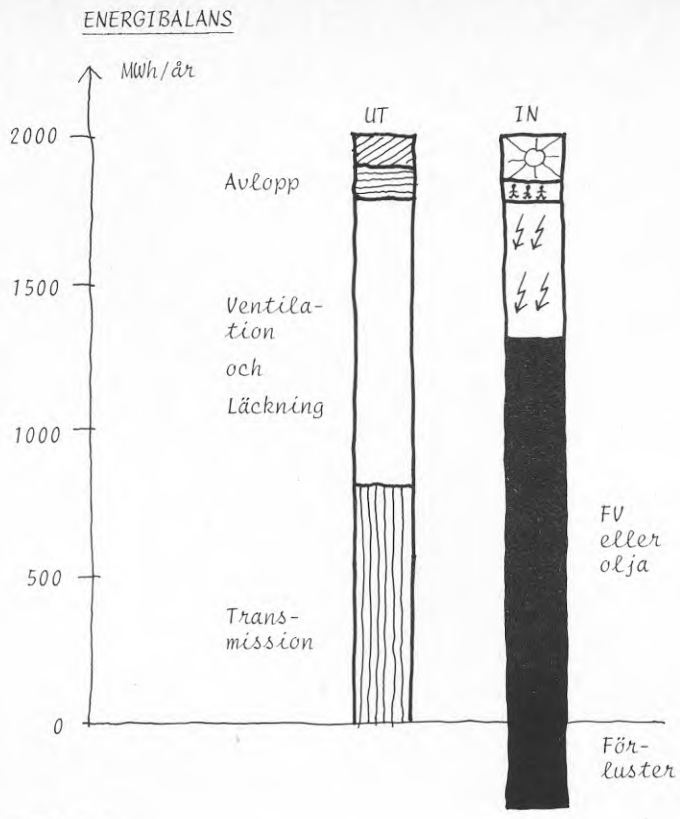
4 ENERGIBALANSER OCH REFERENSSYSTEM

En byggnads energiförbrukning kan uttryckas på många sätt. Vanliga sorter är kWh/m³ byggnadsvolym och år eller kWh/m² och år. I oljevärmade byggnader använder man också l olja/m² lägenhetsyta och år (l/m²). Då det gäller lokaler använder vi under utredningsarbetet måttet m³ uppvärmd luftvolym. Att vi använder volym i stället för yta beror på att de mycket starkt varierande våningshöjderna gör varje jämförelse per m² helt meningslös. Vi använder uppvärmd luftvolym i stället för byggnadsvolym bl a på grund av den betydelse som ventilationen och luftomsättningen har i dessa sammanhang. I sammanställningar avsedda för jämförelser eller prognoser, liksom i denna utredning, använder vi dock begreppet byggnadsvolym. Den uppvärmda luftvolymen utgör i genomsnitt ca 80 % av byggnadsvolymen.

I våra sammanställningar om totalförbrukning och besparingspotentialer och i denna utredning redovisar vi betald nettoenergi, dvs el, gas, fjärrvärme och oljeförbrukning exklusive pannförluster.

I våra detaljutredningar arbetar vi med energibalanser för varje undersökt byggnad, se FIGUR 3. Det innebär att det inte är vare sig nettoenergi eller bruttoenergi, utan summan av transmission, ventilation och läckning samt övriga förluster som t ex avloppsförluster, elförluster m m som redovisas. Den stapeln skall alltså motsvaras av tillförd energi, dvs nettoenergi ökad med gratisenergi som solvärme, personvärme och minskas med eventuella förluster, t ex pannförluster i oljeeldade byggnader.

Därav följer att man inte utan vissa omräkningar kan göra direkta jämförelser mellan våra erfarenhetssiffror och tidigare utredningsmaterial.

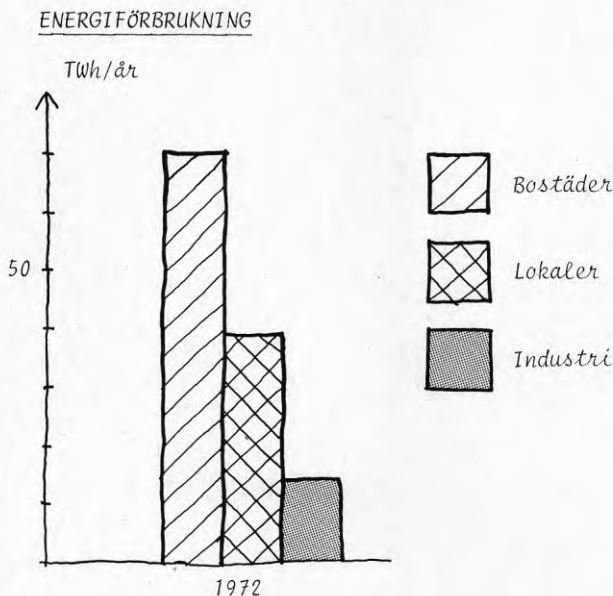


FIGUR 3

5 DATA FRÅN TIDIGARE UTREDNINGAR

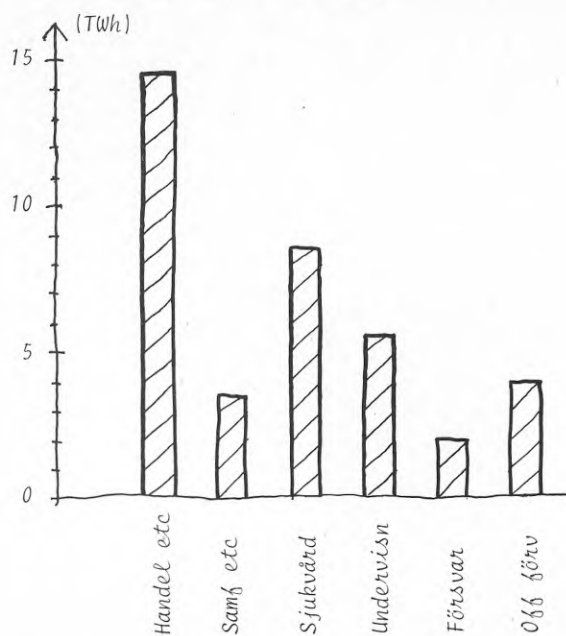
1965 års energiförbrukning för lokaler angavs av energikommittén vara 70 kWh/m³ (med av oss antagen verkningsgrad och byggnadsvoly). I de energiprognosutredningar som utfördes i början och mitten av 1970-talet (EPU m fl) har man räknat med en medelförbrukning av storleksordningen 100 - 110 kWh/m³ lokaler. En delpost i denna summan utgörs av de av Byggnadsstyrelsen, KBS, förvaltade lokalerna. De ingår där med en medelförbrukning av ca 80 kWh/m³ byggnadsvoly. Eftersom Byggnadsstyrelsens lokaler utgör huvuddelen av de lokaler som vi undersökt, har denna siffra intresse.

I tidigare utredningar har man beräknat att den totala energiförbrukningen för uppvärmning av den här gruppen av byggnader utgör ca 38 - 40 TWh nettoenergi. Det innebär ungefär 30 % av den totala energiförbrukningen för byggnadsuppvärmning. Lokalerna drar i genomsnitt mer energi per m³ än genomsnittet för samtliga byggnader. Se FIGUR 4-5.



FIGUR 4

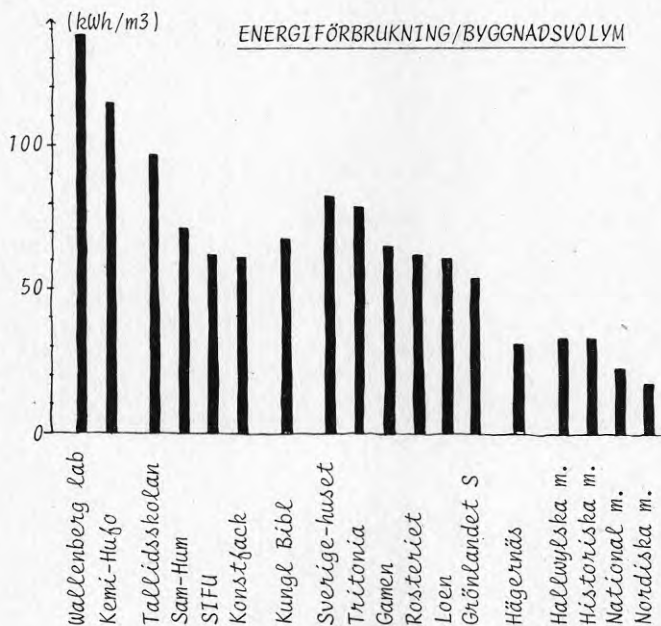
LOKALER
ENERGIFÖRBRUKNING (EPU m fl)



FIGUR 5

6 NÅGRA DATA UR UTREDNINGSMATERIALET

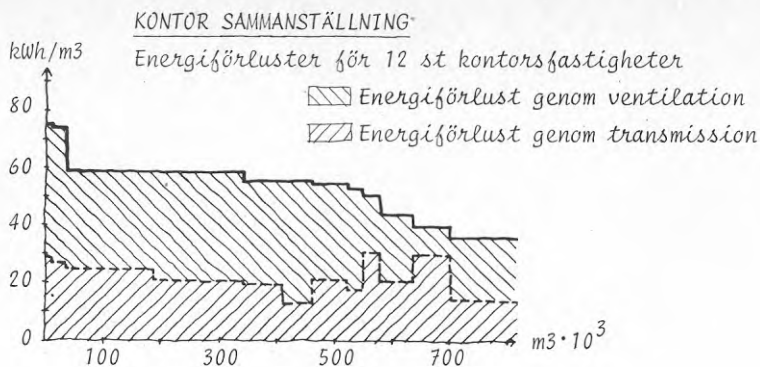
Den genomsnittliga energiförbrukningen för det KBS-bestånd vi undersökt ligger på ca 56 kWh betald nettoenergi per m³ byggnadsvolym. Då har några extremvärden räknats bort. Spridningen är som framgår av FIGUR 6 mycket stor. Extremvärdena är 20 respektive 130 kWh/m³, år. Det kan nämnas att vi i översiktliga utredningar, som inte redovisas i detta material funnit förbrukningsciffror på över 350 kWh/m³. Det gäller då bl a sim- och tvättanläggningar, där man inte tillvaratar spillvärmen.



FIGUR 6

Av de totala energiförlusterna är närmare 40 % transmissionsförluster och drygt 50 % ventilations- och läckningsförluster. Därtill kommer en mindre del förluster via avloppsvatten och värmeöverskott av el. Fördelningen av energiförlusterna mellan ventilation och transmission i ett antal kontorshus framgår av FIGUR 7.

Av den undersökta lokalvolymen är ca hälften ansluten till fjärrvärme. Fjärrvärmen täcker omkring 2/3 av husens energibehov.



FIGUR 7

För riket i dess helhet måste tillgripas skattningar. Enligt Värmeverksföreningen levererades 1978-79 totalt ca 26 TWh fjärrvärme till bostäder, lokaler och industri. Med stöd av uppgifter i konsekvensutredningens rapport kan man komma fram till att omkring 1/5 av lokalvolymen i riket är ansluten till fjärrvärme. Om vi godtar att ca 15 % av energiförbrukningen är elenergi (enligt våra erfarenhetsvärden) och att gradtimtalet för 1978-79 var ca 109 % av normalår, erhåller vi följande normalårsförbrukning för lokaler:

Fjärrvärme	5.100 GWh
Egna oljepannor	22.900 "
El	5.000 "
Summa	33.000 GWh = 33 TWh

I det studerade materialet ligger pannverkningsgraden vid oljeeldade anläggningar omkring 80 %. Bruttooljeförbrukningen blir, om denna verkningsgrad tillämpas generellt, 28,6 TWh (22,9/0,8).

7 JÄMFÖRELSEMATERIAL

För att bredda basen för bedömningen av energiförbrukningen och besparingspotentialen i dagens lokalbestånd har uppgifter om energiförbrukning - mer eller mindre fullständiga - inhämtats från ytterligare över 500 byggnader som dock inte undersökts närmare. Det är huvudsakligen av Byggnadsstyrelsen förvaltade fastigheter med övervikt av kontors- och förvaltningsbyggnader och visst inslag av skolor och vårdanstalter. I vårt material finns också ett antal kommunala byggnader från olika håll, som vi gjort översiktliga undersökningar av.

Av detta material framgår bl a att medelnettoförbrukningen i de 500 av KBS förvaltade fastigheterna (ca 12 milj m³) ligger omkring 61 kWh/m³ mot 56 kWh/m³ för de ca 50 byggnader vi undersökt. Denna skillnad förklaras av det faktum att materialet i våra utredningar innehåller ett relativt stort antal museer och liknande byggnader med låg energiförbrukning.

Beträffande skollokaler redovisar Stockholms kommun på ett underlag av ca 4 miljoner m³ en specifik förbrukning av drygt 100 kWh /m³. En undersökning av K-konsult baserad på 200.000 m³ skollokaler i ett par förortskommuner ger ungefär samma resultat.

En undersökning av Scandiaconsult, omfattande ett 30-tal skolbyggnader om ca 600.000 m³ byggnadsvolym, redovisar en nettoförbrukning av olja/FV och el på drygt 90 kWh/m³. För daghem (ca 40.000 m³) redovisar Scandiaconsult förbrukningssiffror strax över 100 kWh/m³. I båda lokalkategorierna redovisar man energibesparingsåtgärder innebärande ca 20 % energibesparing av transmission och ventilation.

Stockholms läns landsting förvaltar ca 8 miljoner m³ sjukhuslokaler. Den genomsnittliga nettoenergiförbrukningen i dessa är omkring 125 kWh/m³ byggnadsvolym, varav 1/5 elförbrukning och 1/3 varmvattenberedning. Förbrukningen har minskat med drygt 12 % från 1975 till 1978 (omräknat till normalår). Några stickprov i andra sjukhus visar energiförbrukningar mellan 150 och 250 kWh/m³.

Då det gäller gruppen "Handel etc" vet vi att den för hela riket innehåller större andel energikrävande lokaler än Byggnadsstyrelsens bestånd. Vidare anser vi oss veta att Byggnadsstyrelsen kommit längre i besparingsåtgärder än genomsnittet.

Det är svårt att hitta några entydiga tendenser i materialet. Vi har försökt få fram samband mellan energiförbrukning å ena sidan och hustyp, byggnadens ålder och utformning, ventilationssystemets konstruktion osv. De enda klara samband som vi anser oss ha kunnat påvisa är sambandet mellan ventilationssystemets funktion och byggnadens täthet samt den betydelse verksamheten i byggnaden har för energiförbrukningen.

De största energiförbrukarna är de två stora laboratorier som finns med i undersökningen (Stockholms universitet i Frescati). Huvuddelen av förlusterna där ligger på ventilationen, vilket är förklarligt bl a med hänsyn till de stora krav som finns på luftomsättning i byggnader av detta slag. De minsta energiförlusterna förekommer i de undersökta museibygnaderna och liknande (Nationalmuseum, Nordiska Muséet, Kungl Slottet m fl). Där är ventilationsförlusterna mycket små beroende på att luftomsättningen är liten. Att man ändå inte upplever detta som sanitär olägenhet förklaras rimligtvis av att byggnadsvolymen är mycket stor i förhållande till antalet människor som vistas där. Vidare håller man lägre temperatur i dessa byggnader än i merparten av de undersökta husen, vilket även det medför lägre energiförluster genom ventilationsluften.

De största transmissionsförlusterna noterar vi i envånings skolpaviljonger och liknande med träregelkonstruktion och utfackningspartier.

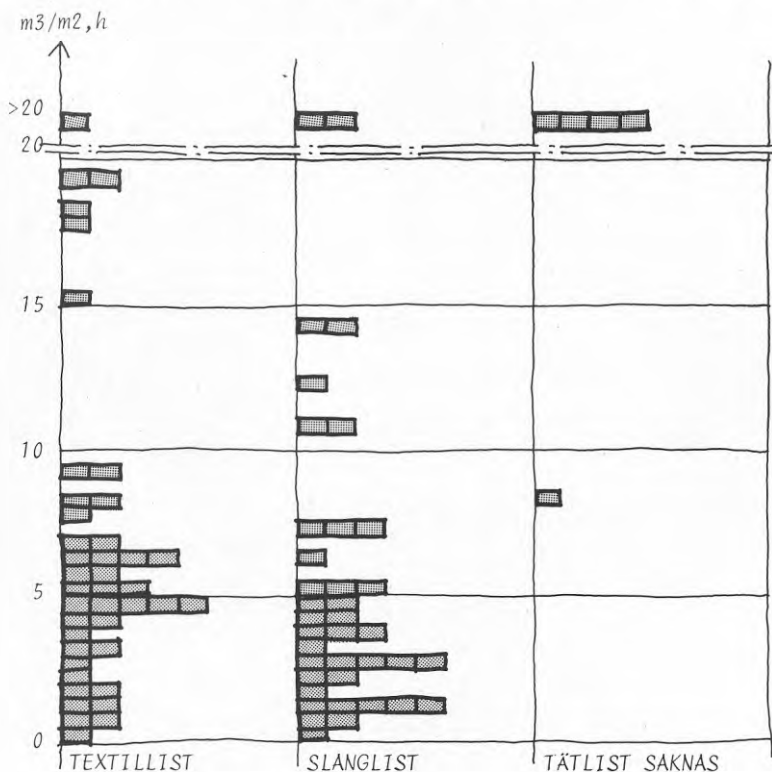
Även då det gäller transmissionsförlusterna tillhör museibygnaderna och Slottet de bättre. Gemensamt för dessa byggnader är tjocka massiva stenväggarna och följaktligen stor värmekapacitet. Därav skulle man kunna dra slutsatsen att det råder ett samband mellan energiförbrukning och värmekapacitet. Det finns emellertid andra omständigheter som gör att denna slutsats inte är helt självklar. Den relativt låga temperatur man håller i dessa byggnader medverkar till att hålla transmissionsförlusterna nere. Vidare är fönsterytan relativt liten i förhållande till volymen.

När det gäller önskad ventilation (läckning) kan man förvänta sig att massiva stenbyggnader skall vara täta. Det stämmer i och för sig, men vi har kunnat konstatera att i denna typ av byggnader förutom fönsterläckage, ofta förekommer andra läckage, t ex genom gamla självdragskanaler etc.

Omvänt vore det rimligt att anta att elementhus skulle vara otätare än massiva hus. Det visar sig emellertid att bland de undersökta objekten finns både relativt täta och mycket otäta hus. En av byggnaderna i Frescati har utförts i ett tungt elementbyggnadssystem. Av andra skäl än energibesparingssynpunkter har man medvetet gått in för att skapa ett tätt hus. Huset har också visat sig vara bland de tätaste byggnaderna i hela vår undersökning. Ett par andra hus, ett med

Beträffande fönsterläckage (karm/båge) har vi konstaterat att fönstrens konstruktion (inkl beslag) har större betydelse för tätheten (läckaget) än vilken typ av tätninglist som används. Fönster helt utan tätninglist kan ge mindre läckage än fönster med tätninglist. Textillister i rätt dimensionerade, formstabila bågar med väl fungerande beslag kan ge tillfredsställande täthet medan ett "dåligt" fönster inte kan göras tätt ens med de bästa tätninglistor av konstgummi. Listerna är för övrigt ofta slarvigt eller rent av felaktigt monterade. Se FIGUR 8.

TÄTHETSPRVNING AV FÖNSTER. SAMMANSTÄLLNING AV ETT REPRESENTATIVT URVAL. EN RUTA MOTSVARAR ETT PROVAT FÖNSTER.

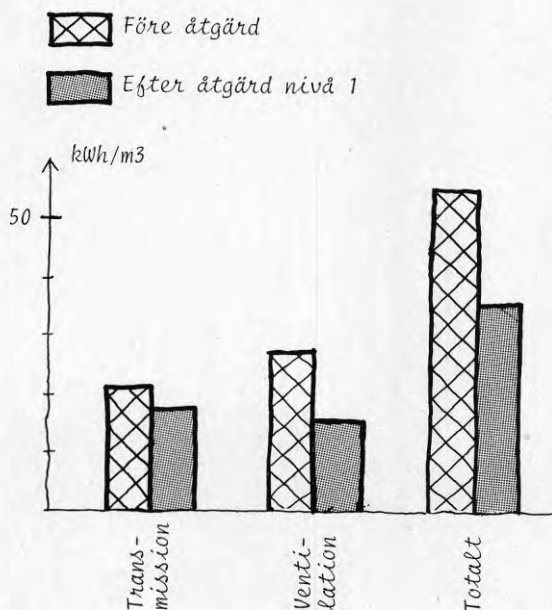


FIGUR 8

Det är alltså svårt att ur det undersökta materialet få fram några säkra tendenser. En sak förefaller emellertid klar, nämligen att i den i undersökningen relativt väl representerade gruppen kontorshus med en förbrukning av 60 - 80 kWh/m³ och år, har vi i praktiskt taget samtliga fall genom våra åtgärder fått ner förbrukningen till omkring 40 kWh/m³ och år. Detta oberoende av vilken typ av hus det är fråga om. Där finns byggnader från slutet av 1970-talet och från 1800-talet. Det finns både massiva stenhus och elementhus med lätta och tunga fasader. De största vinsterna har uppnåtts på ventilationssidan. Härmed menas också att hus med endast självdrag eller frånluft har haft mindre besparingspotential än till- och frånluftsventilerade. Se FIGUR 9-16.

I byggnader med egen oljeeldningsanläggning finns oftast möjligheter att höja verkningsgraden. Sommartid, då pannan används endast för varmvattenberedning, är verkningsgraden ibland så låg som 20 - 30 %. Elektriska varmvattenberedare ger påtaglig besparing i sådana fall.

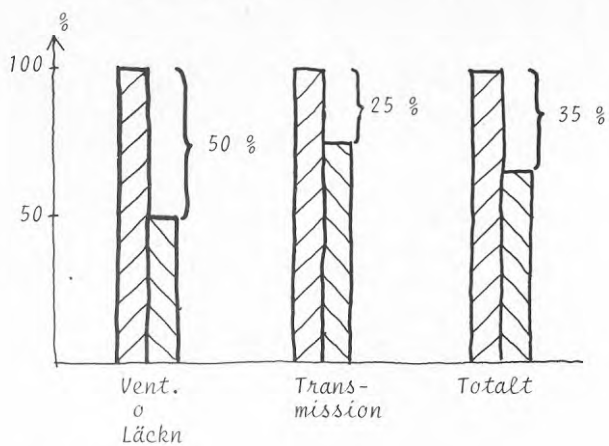
GENOMSNIITTLIGA ENERGIFÖRLUSTER



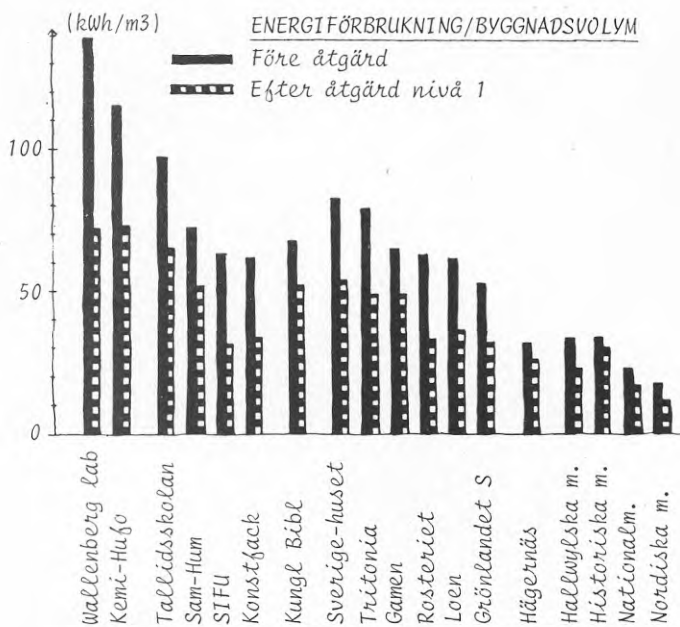
FIGUR 9

ENERGIBESPARING I PROCENT

Efter åtgärd nivå 1

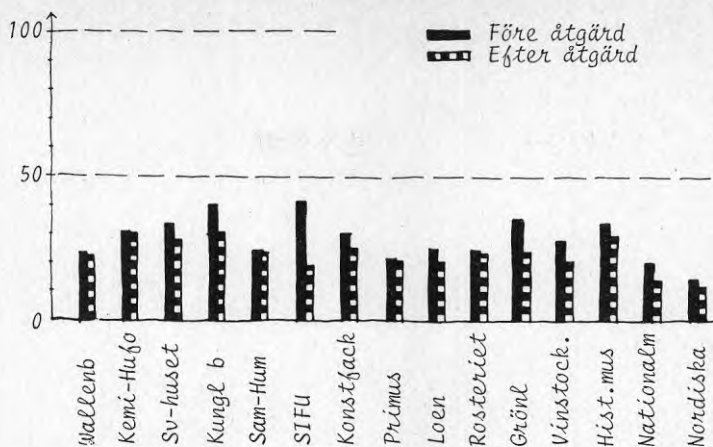


FIGUR 10



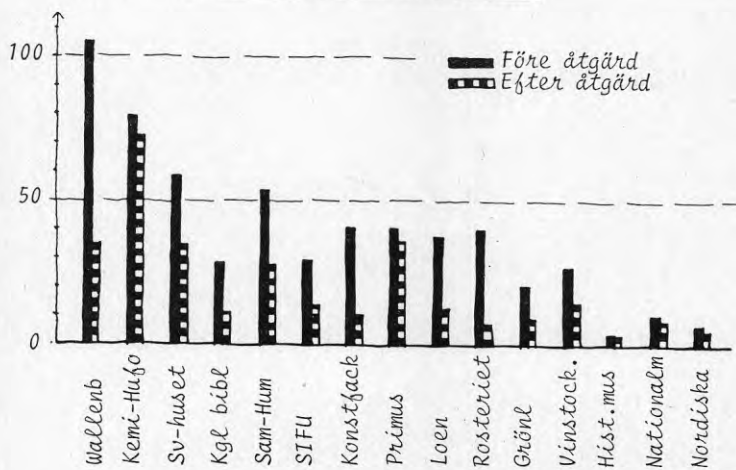
FIGUR 11

TRANSMISSIONSFÖRLUSTER



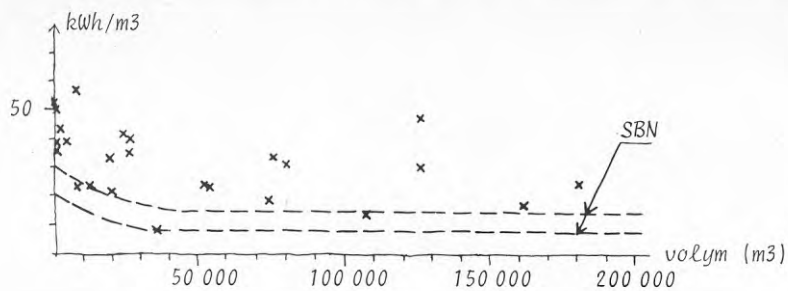
FIGUR 12

VENT- och LÄCKNINGSFÖRLUSTER

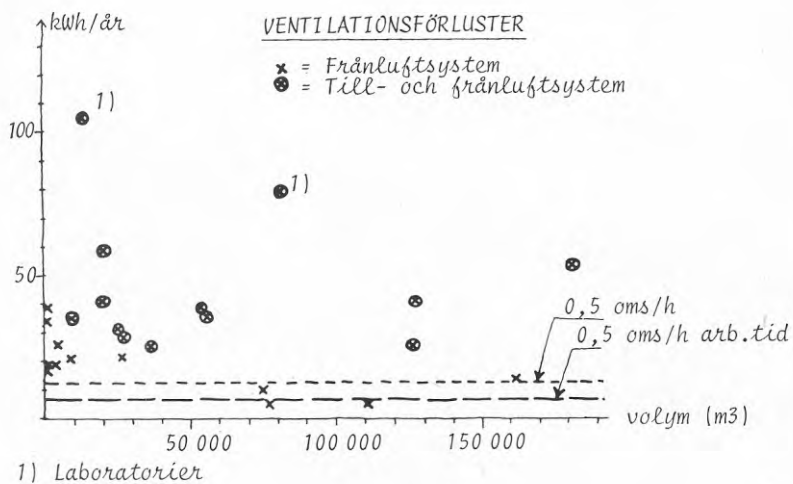


FIGUR 13

TRANSMISSIONSFÖRLUSTER



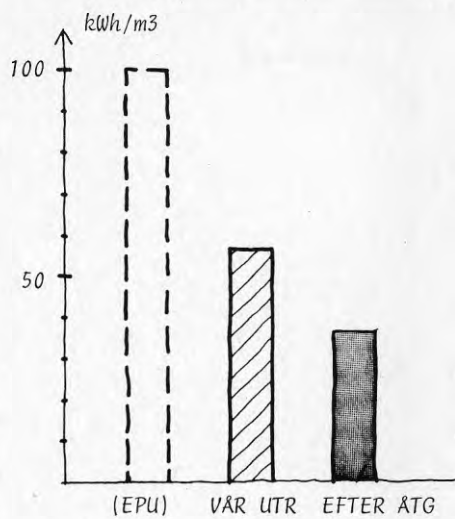
FIGUR 14



1) Laboratorier

FIGUR 15

SPECIFIK ENERGFÖRBRUKNING
LOKALER, VÅRA UTREDNINGAR



FIGUR 16

Vi har indelat åtgärderna i två nivåer med hänsyn till besparingskostnaden. Med nivå 1 avser vi de åtgärder som vi föreslagit i våra utredningar för KBS m fl. Med nivå 2 avses åtgärder därutöver, främst tilläggsisolering, fönsterbyte och värmeåtervinning.

Nivå 1

I samtliga de undersökta fallen har vi kunnat föreslå lönsamma besparingsåtgärder. Den genomsnittliga energibesparingen ligger på ca 33 %. De mest energisparande och även mest lönsamma åtgärderna finner man på ventilationsidan. Balansering, inreglering, tidsstyrning, återluftföring, värmeåtervinning m fl åtgärder svarar för ca 18 av de 33 %. Resterande 15 % fördelar sig tämligen jämnt på tilläggsisolering och tätningsåtgärder. Då det gäller tilläggsisolering är det nästan uteslutande fråga om tilläggsisolering av vindsbjälklaget. Tätningsåtgärderna innefattar i de flesta fall tätning av fönster och dörrar. I viss utsträckning förekommer igensättning av ventilationskanaler samt tätning mellan fasadelement.

Tilläggsisolering inklusive komplettering eller byte av fönster kan behandlas som separata energisparåtgärder. Varje förändring av det mekaniska ventilationsystemet måste däremot kombineras med byggtekniska åtgärder i form av tätning för att full effekt skall uppnås. Det är därför svårt att göra en fördelning på byggtekniska och ventilationstekniska åtgärder då det gäller den totala kostnaden för energibesparing. Vissa åtgärder som t ex arbeten med skum (polyuretan, karbamid) medför effekter både på transmission och ventilation/läckning. Otätheter i fasaden kan också medföra konvektion i värmeisoleringen med ökad transmission som följd.

Lönsamheten hos en energibesparingsåtgärd kan uttryckas på olika sätt som t ex annuitet, investerat belopp per inbesparad kWh och som s k besparingskostnad (BK)*. Den sistnämnda metoden, som föreskrivs i regeringens proposition 1977/78:76 är den metod som byggnadsstyrelsen använder och som vi tillämpar även för andra beställare om man inte särskilt begär något annat sätt att redovisa lönsamheten.

Metoden bygger på vissa angivna förutsättningar beträffande ränta, inflation, bränslepriser, drift- och underhållskostnader och brukstid. Förutsättningarna för lönsamhetsberäkningar måste justeras i takt med

* BK = "energibesparingskostnad" = det energipris i nuläget som åtgärderna motsvarar, dvs vad man hade kunnat betala för energin om man istället valt att inte genomföra åtgärderna.

t ex inflation och bränsleprisstegring. I propositionen har man utgått ifrån att åtgärder med BK < 0,10 kr genomförs. Det innebär grovt räknat att installations-tekniska åtgärder som kostar mindre än ca 1:- i investering per årligen sparad kWh samt byggtekniska åtgärder som kostar mindre än ca 2:- genomförs. Inom ramen för nivå 1 redovisar vi åtgärder med en BK upp emot 0,20 kr. Spridningen är mycket stor, från mindre än 1 öre och uppåt. De föreslagna investeringarna ligger på i medeltal ca 10 kr/m³ uppvärmd volym eller ca 1,50 kr per inbesparad kWh. Spridningen i den sistnämnda siffran ligger på 0,10 - 3,50 kr.

Då det gäller lönsamhet för tilläggsisolering konstaterar man snabbt att det är vindarna som är aktuella. Endast i undantagsfall kan man få ekonomi på tilläggsisolering av fasader. Vid tilläggsisolering av fasader minskar givetvis transmissionsförlusterna. Vidare ökar byggnadens täthet. Därmed minskas läckningen och förbättras möjligheterna att balansera ventilationen. Även om detta räknas in blir emellertid lönsamheten av tilläggsisolering oftast dålig.

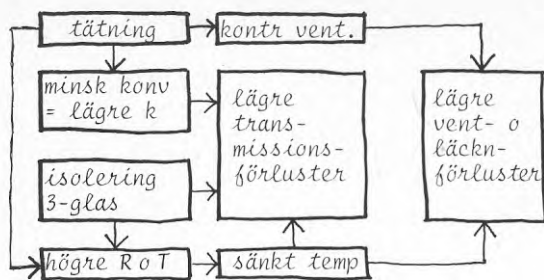
Byte från 1-glas till 3-glasfönster kan vara ekonomiskt lönsamt. Om man däremot vill byta 2-glas till 3-glas eller komplettera 2-glasfönster med en extra ruta fordras det i de flesta fall att man kan lägga en del av kostnaden på underhållssidan, eftersom enbart energibesparingen genom den företagna åtgärden inte räcker till för att åstadkomma lönsamhet.

Lönsamheten av tätningsåtgärder av fasader och fönster är direkt beroende av vilken typ av ventilation man har i byggnaden. Frånluftsventilation skapar helt andra förutsättningar än från- och tilluftsventilation. Över huvud taget är ventilation och läckning de områden där man kan göra de största energivinsterna till den lägsta kostnaden. Sänkning av lufttemperaturen, tidsstyrning av fläktar och reglering av luftflöden så att balans uppstår är i de flesta fall mycket enkla åtgärder som ger gott resultat - dock förutsätts oftast samtidiga tätningsåtgärder.

Över huvud taget är beroendet och sambandet mellan olika åtgärder mycket intimt. Byggnaden måste ur energisynpunkt betraktas som ett system där höljet och installationerna samverkar. Se FIGUR 17.

Erfarenhetssiffrorna från våra undersökningar visar att de stora energivinsterna erhålls genom enkla och relativt billiga åtgärder, medan marginalkostnaden för ytterligare besparingar stiger brant. Se FIGUR 18, som illustrerar besparingsmöjligheterna på olika kostnadsnivåer (BK) i vårt utredningsmaterial. Kurvan är baserad på ca 30.000 MWh besparing i ca 1,8 Mm³ byggnadsvolym. Den visar att mer än 80 % av energibesparingen erhålls genom åtgärder med en besparingskostnad BK < 5 öre. Mer än hälften av besparingen kostar < 1 öre i BK. Se TABELL 2.

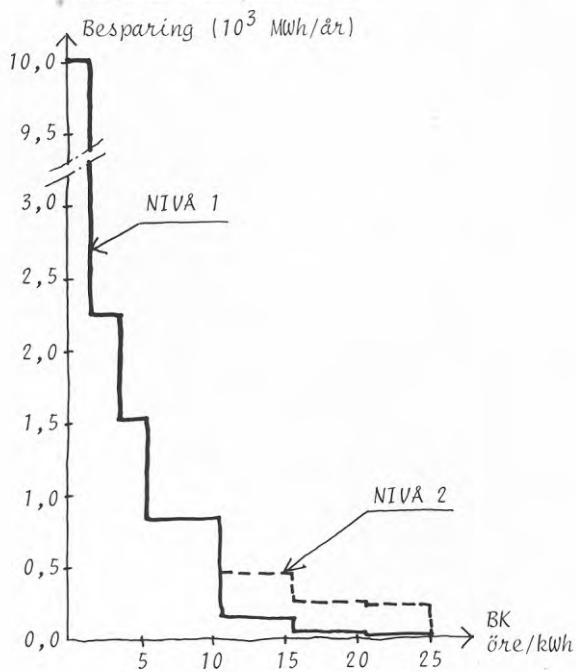
SAMBAND MELLAN OLIKA ÅTGÄRDER



FIGUR 17

SAMBAND BESPARING - BESPARINGSKÖSTNAD

I UTREDNINGSMATERIALET



FIGUR 18

Nivå 2

Fasader:

BK = 0,02 kr har beräknats på den totala investeringen och den totala energibesparingen på grund av de av oss föreslagna åtgärderna. Den marginella kostnaden för ytterligare åtgärder blir alltså betydligt högre. För ett par år sedan räknade vi med BK = 0,10 kr för varje enskild åtgärd. Idag föreslår vi åtgärder med BK < 0,15 kr och redovisar därutöver åtgärder som innebär BK uppemot 0,20 kr, som fastighetsägaren kan ha i beredskap för kommande energiprishöjningar.

Då man kommer upp i högre värden på BK krymper emellertid fältet för idag kända, möjliga åtgärder. Med andra ord är besparingsmöjligheten störst inom området med "billiga" åtgärder, för att sedan avta successivt. (Därav BK = 0,02 kr i genomsnitt fastän "takiet" successivt höjts från 0,10 till 0,15 kr.)

I TABELL 3 har det undersökta beståndet delats in i grupper med hänsyn till fasadmaterialet.

TABELL 3

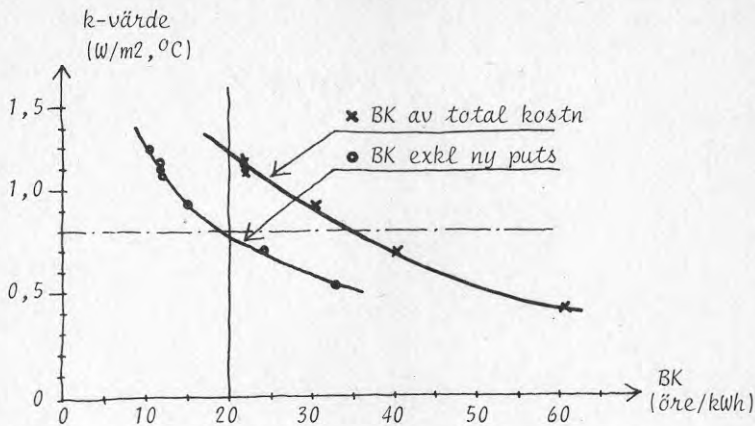
DET UNDERSÖKTA BESTÅNDETS FÖRDELNING PÅ FASAD-TYPER (i m³ byggnadsvolym):

1. Stenhus, k > 0,8, putsade	617.000 m ³ = 34 %
2. D:o, oputsade	208.000 " = 11 %
3. Stenhus, k < 0,8, putsade	86.000 " = 5 %
4. D:o, oputsade	208.000 " = 11 %
5. Betongelement, k < 0,8	535.000 " = 29 %
6. Övriga, k < 0,8	164.000 " = 9 %

Av dessa grupper är egentligen bara grupp 1 intressant i sammanhanget och i denna grupp utgörs ca 70 % av kulturhistoriskt värdefulla byggnader, som alltså i praktiken är uteslutna från detta slags åtgärder. För de övriga inom gruppen kan sambandet k-värde - besparingskostnad illustreras av FIGUR 20. Av den framgår att i det undersökta beståndet tilläggsisolering av fasader i vissa fall kunnat göras lönsam genom att fasaden bedömdes vara i behov av renovering av andra skäl än värmebesparingskäl.

Värdet k = 0,8 har valts godtyckligt, men det markerar också en gräns som kan vara betydelsefull, nämligen mellan massivtegel och lättbetong.

TILLÄGGSISOLERING AV FASADER



FIGUR 20

I TABELL 4 och 5 visas besparingsmöjligheter och besparingskostnader i några undersökta byggnader omfattande totalt ca 200.000 m³ byggnadsvolym. Det visar att vid $k > 0,9$ blir besparingen i genomsnitt 8 kWh/m³ och besparingskostnaden inkl nytt ytskikt 0,22 kr och exkl nytt ytskikt 0,12 kr. Vid $k < 0,7$ blir besparingen endast 2 kWh/m³ och kostnaden 0,55 kr inkl ytskikt och 0,30 kr exkl ytskikt. I dagens läge är alltså tilläggsisolering av fasader med $k < 0,8$ inte lönsamt om man räknar bort kostnaden för nytt ytskikt.

TABELL 4

ENERGIBESPARING OCH KOSTNADER I NÅGRA UNDERSÖKTA OBJEKT.
Sammanlagd volym ca 200.000 m³

Objekt	Fasad-konstruktion	k-värde		Energi besp MWh	Kostnad		BK	
		före	efter		isol inkl ytskikt	isol exkl ytskikt	isol inkl ytskikt	isol exkl ytskikt
Grönlandet	1 1/2-st tegel	1,10	0,31	218	1.112.000	602.000	0,22	0,12
SIFU	1 1/2-st tegel	1,10	0,31	201	1.030.000	557.000	0,22	0,12
Myntet	Tegel	1,20	0,32	162	742.000	401.000	0,20	0,11
Krubban	Tjocka tegelv	1,10	0,31	741	3.790.000	2.052.000	0,22	0,12
Wallenberg	1 1/2 st tegel	0,92	0,29	103	659.000	357.000	0,28	0,15
Summa				1.425				
Rosteriet	Btg+Isol+Btg	0,53	0,24	106	1.483.000	803.000	0,61	0,33
Tritunia	Btg+Isol+Btg	0,70	0,27	48	453.000	245.000	0,41	0,22
Summa				154				

TABELL 5

ENERGIBESPARING I DE UNDERSÖKTA BYGGNADERNA
ENLIGT TABELL 4, TOTALT OCH PER m³

k-värde		BK		Besparing	
före	efter	isol inkl ytskikt	isol exkl ytskikt	MWh/år	kWh/m ³
1,2	0,32	0,20	0,11	162	
1,1	0,31	0,22	0,12	1.160	
0,97	0,29	0,28	0,15	103	
				1.425	8
0,70	0,25	0,41	0,22	48	
0,53	0,24	0,61	0,33	106	
				154	2

Se även FIGUR 21.

Hur ser då lokalbeståndet i landet ut i jämförelse med vårt material? Följande kan sägas:

1. Andelen K-märkta byggnader är i vårt material mycket stort. I landet som helhet är det kanske rent av försumbart. Alltså skulle alla putsade stenhus med $k > 0,8$ kunna vara aktuella för tilläggsisolering enligt ovan.
2. Enligt planverkets rapport 41 (1977) såg beståndet av flerbostadshus år 1975 ut på följande sätt:

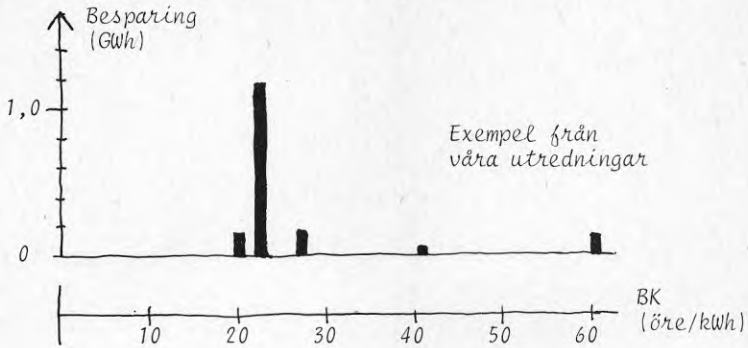
Trä	545.000 lgh	26 %
Tegel	430.000 "	21 %
Tegel + isolering	190.000 "	9 %
Gasbetong	660.000 "	32 %
Betong	235.000 "	11 %
Totalt	2.060.000 lgh	99 %

Vi bedömer att lokalbeståndet i jämförelse med flerbostadshusen innehåller färre trähus och fler tegelhus.

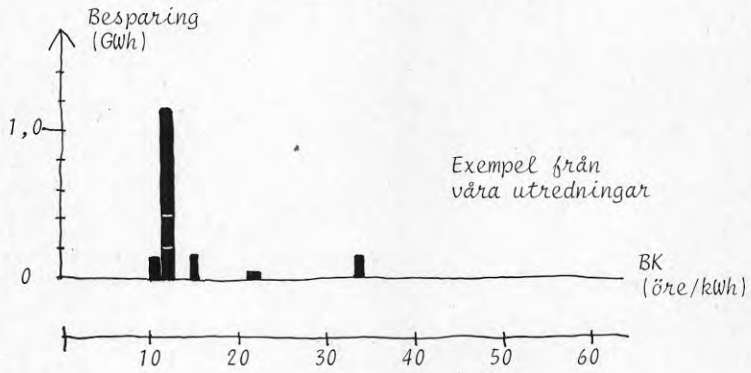
FASADISOLERING

Samband Besparing - Besparingskostnad
baserat på -

- TOTALKOSTNADEN = Isoleringskostn + kostn för puts



- ENDAST ISOLERINGSKOSTNADEN



FIGUR 21

Vi bedömer att 30 % av lokalerna återfinns i den grupp med $k > 0,8$ som kan vara aktuell för tilläggsisolering av fasader. (I KBS-materialet 34 % inkl K-märkta hus, ca 10 % exkl K-hus, se TABELL 3.) Det ger $400 \times 10^6 \times 0,3 = 120$ miljoner m^3 byggnadsvolym som kanske kan tilläggsisoleras. Genomsnittligt k -värde är 1,0. Isoleringsförbättring $k = 1,0 - 0,3 = 0,7 \text{ W/m}^2\text{°C}$. I KBS-materialet beräknades den genomsnittliga besparingen genom fasadisolering vara (teoretiskt) ca 8 kWh/ m^3 , se TABELL 5. Appliceras denna siffra på volymen 120 miljoner m^3 ($= 0,3 \times 400$) erhåller vi följande:

Volym miljoner m^3	Besparing GWh	Kostnad miljoner kronor	BK
KBS: 0,2	1,4	7,3	0,22
Riket: 120	960	5.100	0,22

Om kostnaden för ytskiktet dras av blir BK = 0,12 kr och investeringen 2,8 miljarder.

Fönster:

Kostnader för fönsterkonvertering redovisas i TABELL 6. I vårt utredningsmaterial har fönsterkonvertering 2 glas - 3 glas föreslagits i något fall och lönsamheten har därvid varit beroende av att fönstret varit i sådant skick att det ändå bort bytas. Övriga åtgärder har varit komplettering med extra glas. Besparingskostnaden BK har varierat inom intervallet 0,05 - 0,39 kr, medeltal 0,15 kr.

Åtgärderna, vilkas lämplighet bedömts från fall till fall, redovisas i TABELL 7.

TABELL 6

FÖNSTERKONVERTERING

Åtgärd	Kostnad kr/ m^2 (medel)	Energibesparing kWh/ m^3 (medel)	BK kr/kWh
Byte 2 till 3 glas	1.800	130	0,60
Tillsatsruta	500	130	0,17
Enbart merkostn för tredje glas vid val mellan 2 glas och 3 glas	150	130	0,05

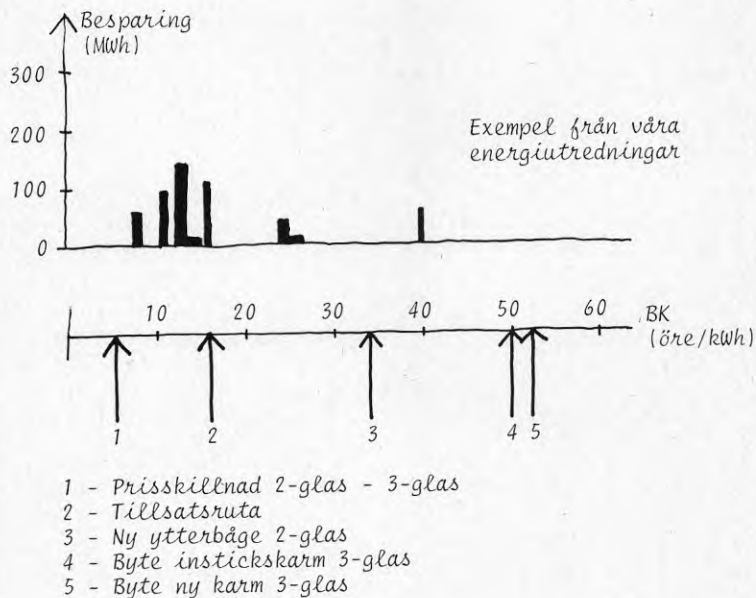
TABELL 7

FÖNSTER. EXEMPEL PÅ ÅTGÄRDER. LIVSLÄNGD 30 ÅR.

Brutto volym m ³ x1000	Besp MWh	Kostn kr x 1.000	BK kr/kWh	
30	130	447	0,15	Extraruta
31	127	970	0,33	Enb fönst.byte 2 g - 3 g
	307	639	0,09	Sänkt temp, byte dåliga
10	10	57	0,25	2 g - 3 g, sänkt temp 1 ^o
2	7	22	0,14	Extra ruta, sänkt temp
89	51	280	0,24	1 g - 3 g
132	144	418	0,13	1 g - 2 g
291	87	216	0,11	1 g - 1+2 g
42	171	182	0,05	Innef igensättn av fönst
12	74	670	0,39	2 - 3 g, sänkt temp
4	8	47	0,26	1 g - 3 g

FÖNSTERISOLERING

Lönsamhet av olika besparingsåtgärder



FIGUR 22

Åtgärder av detta slag har varit aktuella i ett 10-tal byggnader, byggnadsvolym 670.000 m³, dvs knappt 1/3 av beståndet. Se TABELL 6 och FIGUR 22. Den totala besparingen har beräknats till 1.182 MWh och kostnaden till 4,06 miljoner kronor.

Om man antar att samma tillvägagångssätt kan appliceras på 1/3 av rikets bestånd erhålls:

Volym miljoner m ³	Besparing GWh	Kostnad miljoner	BK
KBS: 0,67	1,2	4,1	0,15
Riket: 133	230	806	0,15

Fönsterbyte utan omräkning av underhållskostnader blir inte lönsamt (BK = 0,60 kr).

Värmeväxling:

Möjligheterna att anordna värmeåtervinning är svårare att överblicka. Ventilationsanläggningens konstruktion, fläktarnas placering m m inverkar starkt på möjligheterna och på kostnaderna.

I våra utredningar inom nivå 1 har vi föreslagit värmeväxling i lokaler med en sammanlagd volym av 94.500 m³. Energibesparingen beräknades till 1.059 MWh, dvs ca 11 kWh/m³.
BK 0,10.

Om ambitionsnivån höjs till rubrikens nivå 2 blir ytterligare 725.000 m³, dvs 30 % av totalvolymen, aktuella. Vi har beräknat den möjliga besparingen till 3 kWh/m³, dvs totalt 2.175 MWh. Den erforderliga investeringen beräknar vi till 6,5 miljoner kr.
BK = 0,22 (0,15 - 0,30).

Översatt till hela riket skulle det innebära att 0,3 x 400 miljoner = 120 miljoner m³ skulle kunna vara åtkomliga till en kostnad av 1,1 miljarder kronor.

Volym miljoner m ³	Besparing GWh	Kostnad miljoner	BK
KBS: 0,72	2,2	6,5	0,22
Riket: 120	360	1.100	0,22

10 ÅTGÄRDER - SAMMANFATTNING

Nivå 1 (BK max 0,10 - 0,15 kr,
BK_{medel} = 0,02 kr)

De vanligaste åtgärderna är, om man bortser från justering av panna o d åtgärder på värmesidan, som vi bedömer som rent underhåll, följande:

Ventilationstekniska åtgärder

- Ändrade drifttider
- Minskat antal luftomsättningar
- Balansering av till- och frånluftsystemen
- Återluft
- Värmeväxling

Byggtekniska åtgärder

- Tilläggsisolering av vindsbjälklag
- Tätning av fönster och dörrar
- Byte av englasfönster mot treglasfönster

Övriga åtgärder

- Sänkt rumstemperatur (efter beräkning av ROT)

Besparingarna genom dessa åtgärder illustreras bl a av FIGUR 23 - 29.

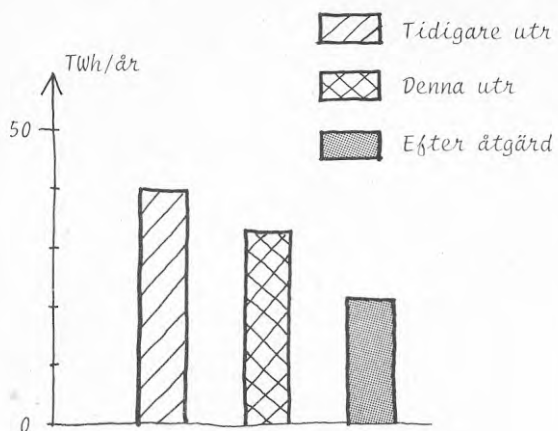
Energiförbrukningen före och efter åtgärd nivå 1 i ett antal kontorshus redovisas i FIGUR 30.

Nivå 2

- Tilläggsisolering av fasader.
- Byte av 2-glas till 3-glas eller tilläggsruta.
- Värmeåtervinning i mer komplicerade fall.

TOTAL ENERGI FÖRBRUKNING

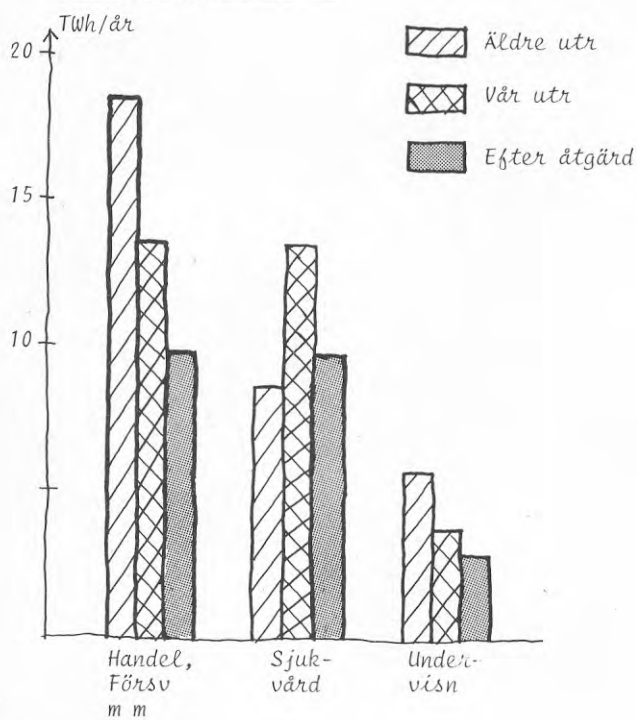
Lokaler



FIGUR 23

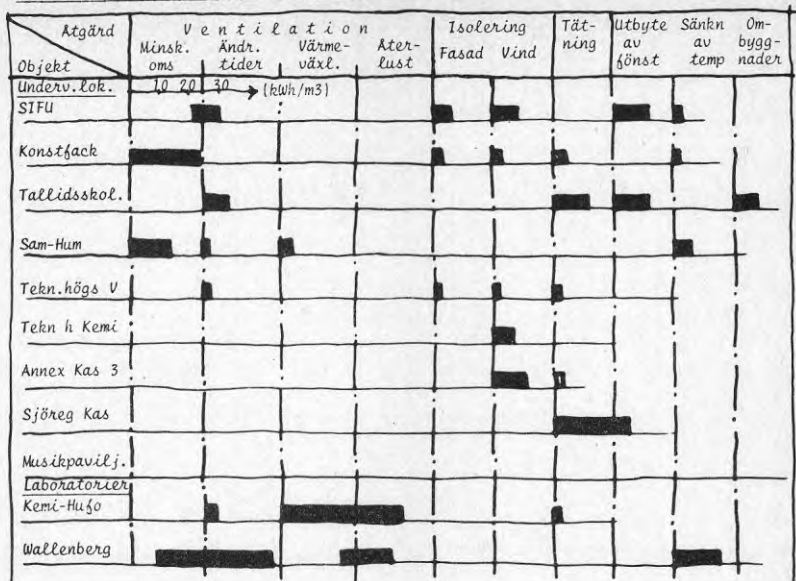
ENERGI FÖRBRUKNING I NÅGRA

ÖLIKA TYPER AV LOKALER



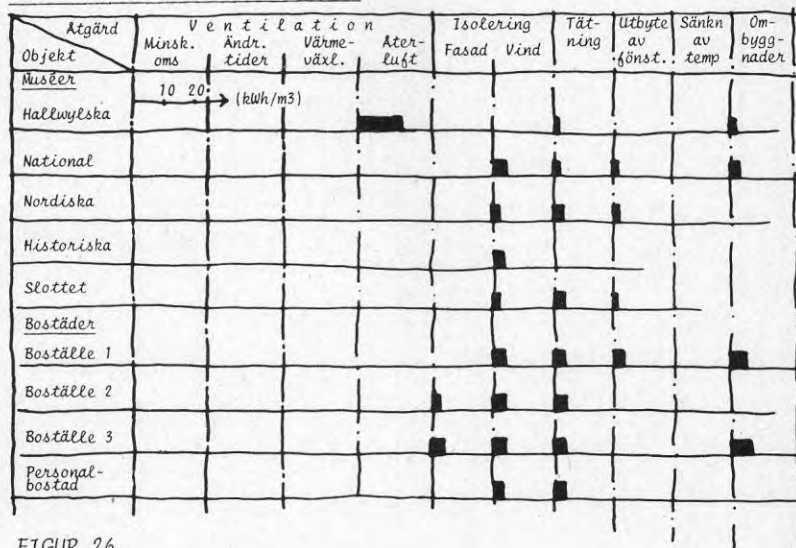
FIGUR 24

BESPARINGAR / UPPVÄRMD VOLYM



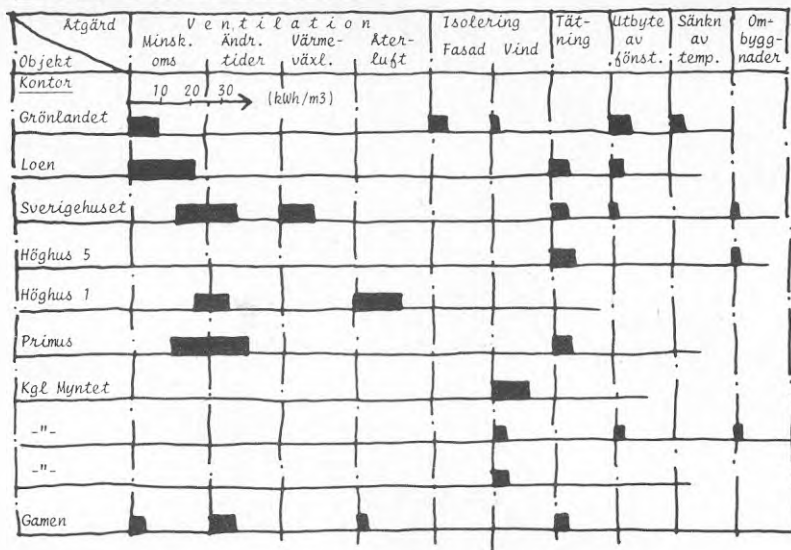
FIGUR 25

BESPARINGAR / UPPVÄRMD VOLYM



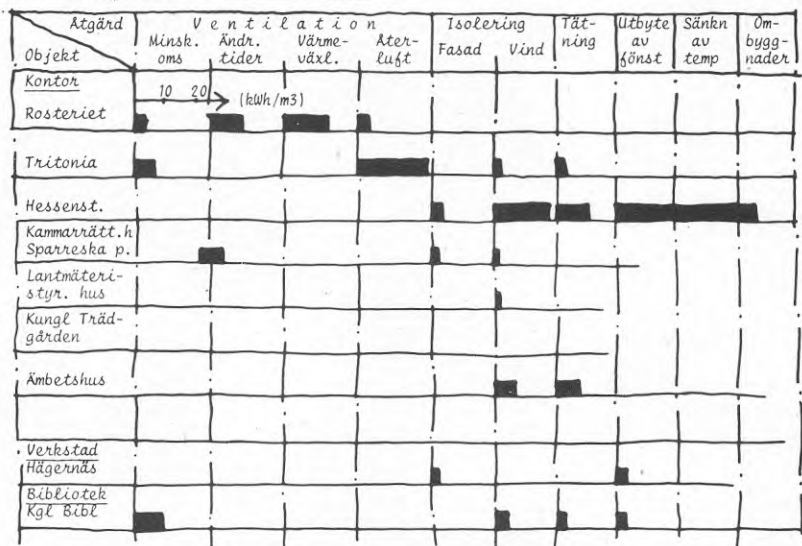
FIGUR 26

BESPARINGAR / UPPVÄRMD VOLYM

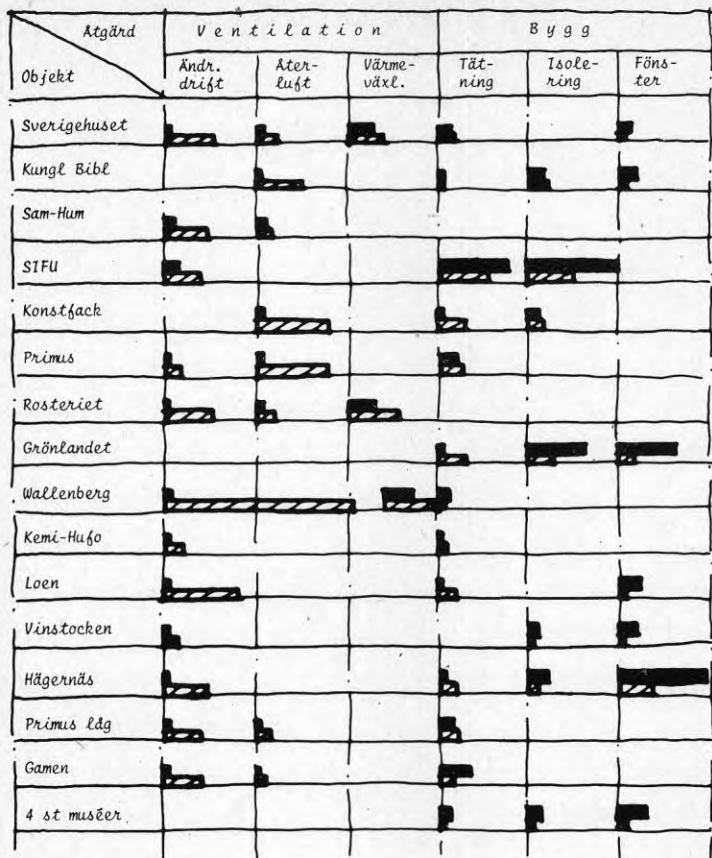


FIGUR 27

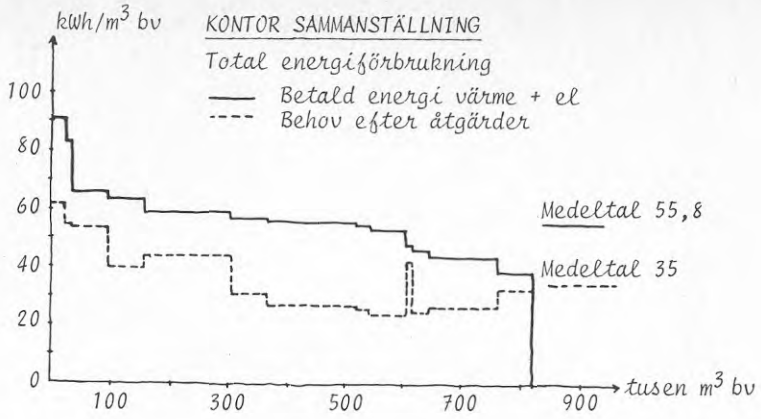
BESPARINGAR / UPPVÄRMD VOLYM



FIGUR 28

INVESTERING kr/m³ENERGIVINST kWh/m³, år

FIGUR 29



FIGUR 30

11 SLUTSATSER

Nuläge

Lokalvolymen i landet uppgår till ca 400 milj m³. Tidigare har ansetts att den förbrukar i storleksordningen 38 - 40 TWh/år, dvs storleksordningen 100 kWh/m³, för uppvärmning. Enligt våra undersökningar, som omfattar närmare 2 milj m³ lokaler, är medelförbrukningen ca 56 kWh/m³, vilket ger ca 33 TWh/år. Eftersom större delen av vårt material består av av Byggnadsstyrelsen förvaltade fastigheter skall siffran närmast jämföras med de förbrukningssiffror som Byggnadsstyrelsen uppgivit i början av 1970-talet, nämligen ca 80 kWh/m³. Vi vet också att byggnadsstyrelsen under 1970-talet, eller ännu tidigare, arbetat just med att sänka energiförbrukningen i sitt byggnadsbestånd. Det förefaller alltså inte orimligt att det låga värde vi kommit fram till i vår undersökning ger en riktig bild av läget i just detta fastighetsbestånd idag.

Siffran 56 kWh/m³ kan av antydna skäl inte användas för hela lokalbeståndet. Förbrukningen i byggnadsstyrelsens bestånd var redan enligt EPU m fl 20 å 30 kWh/m³ lägre än det beräknade genomsnittet för lokaler i riket. Byggnadsstyrelsens förbrukningssiffror har enligt vad som nämnts sannolikt sjunkit från 80 till 56 kWh/m³, dvs ca 30 %, i det detaljundersökta beståndet. I ett översiktligt granskat bestånd av 500 byggnader har förbrukningen sannolikt minskat från 80 till 61 eller 25 % i genomsnitt. Det kan då vara ett rimligt antagande att förbrukningen i lokalbeståndet i sin helhet sjunkit något mindre, säg 15 %. (Jfr AB läns sjukhus 12 %, se sid 17.)

Med dessa antaganden som grund har vi räknat fram en medelenergiförbrukning för lokaler i hela riket av 85 kWh/m³. Se TABELL 8. Det skall jämföras med 100-110 kWh/m³ i äldre utredningar.

Vi anser alltså att 85 kWh/m³ är ett idag sannolikt värde. Det innebär en sänkning av mer än 15 % i jämförelse med tiden 1972-76. Den totala energiförbrukningen för lokaler skulle följaktligen ha minskat från ca 40 till ca 33 TWh/år.

Prognos nivå 1

De besparingsåtgärder som vi föreslagit KBS innebär en energibesparing av storleksordningen 1/3, dvs med ca 19 kWh/m³ i medeltal. Det gör att energiförbrukningen efter genomförda åtgärder skulle komma att ligga runt 37 kWh/m³. Om man skulle våga tillämpa detta procentresonemang på hela lokalbeståndet skulle det medföra en besparing på $33 \times 0,33 = \text{ca } 11 \text{ TWh}$. Energiförbrukningen skulle då bli omkring 22 TWh/år, dvs 2/3 av den nuvarande eller ca 55 % av den som förutsatts i tidigare utredningar. Om man i stället för procentmetoden

väljer att använda absoluta tal för energibesparingen, erhåller man i detta fall förbrukningen $85 - 19 = 66$ kWh/m³, vilket ger årsförbrukningen ca 26 TWh efter åtgärd i stället för 22 TWh. Se TABELL 9.

TABELL 8

MEDELFÖRBRUKNING, NETTOENERGI

Grupp	kWh/m ³		Byggnadsvolym % av total	
	Vår utredn	Antag riket	Vår utredn	Antag riket
Handel, kontor etc	59	69 ⁴⁾	27	{ 37
Off. förvaltn.				{ 11
Undervisn.anst.	62	62	33	15
Sjukhus, lab	130 ¹⁾	150 ⁵⁾	8	22 ²⁾
Muséer, bibl, ateljéer m m	33	33	32	- ³⁾
Samfärdsel	-	69 ⁶⁾	-	10
Försvaret	-	62 ⁷⁾	-	5
Medeltal	57	85	100	100
Medeltal exkl sjukhus	51	67		

1) endast lab

2) sjuk- och socialvård

3) fördelas på "Handel" och "Off. förv"

4) större andel energikrävande lokaler

5) antagande grundat på en begränsad undersökning

6) antas = handel etc

7) antas = undervisning

Våra besparingsåtgärder kostar i medeltal ca 10:-/m³. Det skulle ge ett totalt investeringsbehov av 4 miljarder kronor. Besparingskostnaden skulle då med dagens förutsättningar bli av storleksordningen BK = 0,02 kr, vilket i genomsnitt motsvarar en investering av 0,40 kr per årligen inbesparad kWh. FIGUR 18.

Vår åtgärdsnivå 1 är baserad på föreslagna åtgärder, lönsamma enligt de kriterier som gällt 1978-1979, dvs besparingskostnad som successivt höjts från 0,10 till 0,15 kr.

Den innebär, applicerad på landets lokalbestånd, 400 Mm³, följande:

Energibesparing	11 TWh
Investering	4 miljarder kr
BK	0,02 kr/kWh

TABELL 9

AKTUELL ENERGIFÖRBRUKNING OCH BESPARINGS-
POTENTIAL I LOKALER

	Aktuell energi- förbrukn		Energi förb efter åtgärd	
	kWh/m ³	TWh/år	kWh/m ³	TWh/år
KBS, vår utr	56			
d:o, nivå 1			37	
nivå 2			34	
KBS, 500 byggn	(61)		(42)	
Totalbestånd, enligt vår beräkning				
Nivå 1, alt A	85	33	57	22
d:o alt B	85	33	66	26
Medeltal av A och B	85	33	61,5	24
Nivå 2, medeltal	85	33	51	20,5

A = minskn procentuellt = KBS,
B = minskn i absoluta tal = KBS

Prognos nivå 2

Åtgärdsnivå 2 omfattar (mera omfattande) tilläggsisolering av fasader. BK för tilläggsisolering har höjts till i medeltal 0,22 kr. Det innebär att byggnader med $k > 0,8$ är aktuella. Vid lägre k-värde skjuter BK raskt i höjden.

Åtgärden innebär en specifik besparing av ca 8 kWh/m³ till en total kostnad av 5,1 miljarder kr. Vi beräknar att det tillgängliga beståndet i landet är $0,3 \times 400 = 120 \text{ Mm}^3$.

Energibesparing	1,0 TWh	
Investering	5,1 miljarder kr	(2,8)*
BK	0,22 kr/kWh	(0,12)*

Närmare hälften av kostnaden hänförs till nytt yt-skikt. Merkostnaden för isoleringen motsvarar BK = ca 0,12 kr vid $k = 1,1$ (BK = 0,35 vid $k = 0,5$). Även vid

* exkl yt-skikt

dagens bränslepriser är alltså tilläggsisolering lönsam om $k \geq 0,8$ och ytskiktet kan räknas bort.

Beträffande fönsterbyte är förhållandet detsamma, dvs det är lönsamt om fönstren i övrigt är i behov av att bytas eller repareras.

Energibesparing	0,2 TWh	
Investering	0,8 miljarder kr	(0,14)**
BK	0,17 kr/kWh	(0,05)**

För värmewäxling erhålls

Energibesparing	0,4 TWh	
Investering	1,1 miljarder kr	
BK	0,22 kr/kWh	

** merkostnad för 3:e ruta vid fönsterbyte

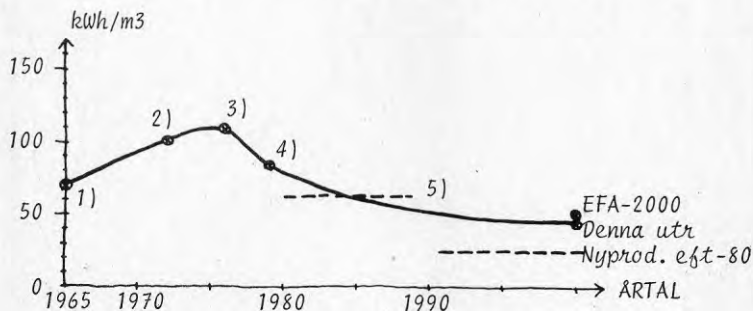
12 DISKUSSION AV TILLFÖRLITLIGHETEN
- JÄMFÖRELSE MED ANDRA UTREDNINGAR

Vi har i avsnitt 6 kunnat påvisa viss överensstämmelse mellan vår utredning och Värmeverksföreningen och Långtidsutredningen då det gäller fjärrvärmeanvändningen.

I avsnitt 7 har vi redovisat stickprov från andra källor som stöder våra beräkningar avseende vissa lokalgrupper.

Kurvan i FIGUR 31 visar våra utredningsresultat och bedömningar jämförda med andra, delvis oberoende resultat.

SPECIFIK ENERGIFÖRBRUKNING I LOKALER



- 1) Energikomm. 1965
- 2) EPU 1972
- 3) Lindskoug 1976
- 4) Nuläge enl denna utredning
- 5) Nuvarande bestånd efter åtg nivå 1

FIGUR 31

Om vi antar

- en specifik förbrukning av 25 kWh/m³ för nyproduktionen fram till år 2000,
- en lokalvolym av 500 Mm³ år 2000 sammansatt av 2/5 nyproducerade lokaler och 3/5 byggda före 1980
- energibesparing enligt nivå 1 i vår utredning

erhåller vi år 2000 den specifika förbrukningen 47 kWh/m³ och totalförbrukningen 23,5 TWh. Utvecklingen av den specifika energiförbrukningen skulle då följa kurvan i FIGUR 31. Värdet 47 kWh/m³ år 2000 kan jämföras med 51 kWh/m³ som EFA-2000 kom fram till i sitt

basalternativ. De väsentligaste skillnaderna mellan EFA-2000 och denna utredning är att EFA-2000 dels utgår från ett högre förbrukningstal i nuläget, dels räknar med större investeringsbehov per årligen insparad kWh.

Om vi räknar med besparingar enligt nivå 2 i vår utredning erhåller vi år 2000 specifik förbrukning 41 kWh/m³ och en totalförbrukning av 20,5 TWh.

**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 791553-9
från Statens råd för byggnadsforskning till Tyréns Före-
tagsgrupp AB, Stockholm.**

R139: 1980

ISBN 91-540-3372-1

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6700239

**Abonnemangsgrupp:
W. Installationer**

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

Cirka pris: 20 kr exkl moms