



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

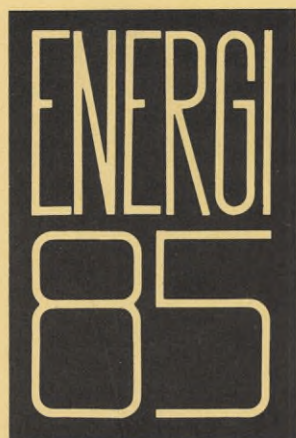
R140:1984

Energibehov i nya byggnader

**Gunnar Anderlind
Claes Bankvall
Karl Munther**

INSTITUTET FÖR BYGGDOKUMENTATION	
Accnr	
Plad	<i>Ser</i>

*K
Bank*



Byggeforskningsrådet

R140:1984

ENERGIBEHOV I NYA BYGGNADER

Gunnar Anderlind
Claes Bankvall
Karl Munther

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 831276-8
från Statens råd för byggnadsforskning till Karl Munther
Energiforsknings AB, Bromma

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

R140:1984

ISBN 91-540-4209-7

Statens råd för byggandsforskning, Stockholm

Liber Tryck Stockholm 1984

Byggeforskningsrådets förord.

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

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

Byggeforskningsrådet har planerat och samordnat utvärderingsarbetet.

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

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

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

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

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

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

Stockholm i juli 1984
Byggeforskningsrådet.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

	FÖRORD	5
	SAMMANFATTNING	6
1	INLEDNING	9
2	NYA BYGGNADERS BETYDELSE UR ENERGISYNPUNKT . .	11
3	TEKNISKA LÖSNINGAR OCH ENERGIBESPARINGS- MÖJLIGHETER	17
3.1	Byggnader som energisystem	17
3.2	Transmissionsförluster	20
3.3	Ventilationsförluster	25
3.4	Avloppsförluster	29
3.5	"Gratis-energi"	31
3.6	Styr- och reglersystem	33
3.7	Energiteknisk utvärdering och provning	35
3.8	Bieffekter	37
4	OLIKA VÄGAR ATT NA LAGT ENERGIBEHOV	39
4.1	Överväganden vid strategival	39
4.2	Olika byggnader	40
4.3	Beräkning och redovisning av energibalans . .	48
4.4	Utfall av olika strategier exemplifierat på småhus	53
5	FRAMTIDA ENERGIBEHOV	67
5.1	Bostäder	67
5.2	Lokaler	79
5.3	Framtida energibehovsnivåer för bostäder	83
6	FoU-BEHOV	93
7	REFERENSER	98
	BILAGOR	

FÖRORD

Denna rapport har utarbetats av BFRs grupp för Energibehov i nya byggnader inom EHUS -85.

Rapporten utgör en fristående redovisning av energibehovet i nya byggnader. Den ingår också som en del i Byggeforskningsrådets utvärdering EHUS -85, som ska ge regeringen underlag för utformning av nya riktlinjer för bebyggelsens framtida energianvändning. Rapportens redovisning sträcker sig mer i detalj till 1990 och mer översiktligt fram till 2010.

Projektet har drivits inom en arbetsgrupp bestående av Gunnar Anderlind, Byggnadskonstruktionslära, LTH, Claes Bankvall, Statens provningsanstalt, Karl Munther, Statens planverk. Härutöver har samråd med forskare och företrädare för branschen liksom synpunkter från BFRs styrgrupp påverkat rapportens slutliga utformning. För utskrift har Lena Rundqvist svarat och Margareta Lindgren har ritat figurerna. Projektet har genomförts med stöd från Statens råd för byggnadsforskning.

SAMMANFATTNING

Rapporten redovisar energibehovet i nytillkommande byggnader vid olika tekniska lösningar. Redovisningen är detaljerad fram till 1990 och översiktlig fram till 2010. Alternativ för att reducera energibehovet studeras inklusive värmeåtervinning ur ventilationsluft och avloppssystem. Däremot behandlas inte tillförsel-system för att täcka byggnadens energibehov. Bostäder och lokaler såsom kontor, sjukhus och skolor behandlas.

Nybyggnadsverksamheten har under senare år minska i omfattning, men trots detta har nyproduktionen stor betydelse vad gäller den framtida bebyggelsens energibehov. En del av de nya byggnaderna kommer att ersätta sådan befintlig bebyggelse som har undermålig energiteknisk standard. Metoder som utvecklas för att användas vid nybyggnad kommer i många fall att tillämpas vid ombyggnad. Satsning på energieffektivt nybyggande ger också möjligheter att öka exportpotentialen för svensk energiteknik.

Möjligheten att begränsa energibehovet i en byggnad illustreras av byggnadens energibalans. Denna har olika karaktär för olika byggnader. För bostadshus är transmissionen en dominerande förlustfaktor, medan ventilationen dominerar för de flesta lokaler. Tillgänglig gratisvärme är ofta större i lokaler än i bostäder. Rapporten behandlar olika sätt att minska förlusterna, d v s energiavgivningen genom transmission, ventilation och avlopp. Dessutom behandlas den energi som tillförs byggnaden på annat sätt än genom uppvärmningssystemet, d v s gratisenergin.

Projekteringen av en byggnad med låg energiförbrukning bör börja med att byggnadsutformningen, anpassad till de lokala förutsättningarna, sker på ett optimalt sätt. Därefter väljs lämpliga tekniska system och integreras med byggnaden. Särskilda förutsättningar gäller för rätt val av olika energispartekniker. Det krävs ett systemtänkande, där hänsyn tas till brukarens klimatkrav, uteklimatet, klimatskalets egenskaper samt installations- och uppvärmningsanläggningen med reglersystem. Lågenergitekniken ställer stora krav på klimatskal och installationsanläggning vad gäller prestanda och funktion. Viktiga faktorer är drifttegenskaper, funktionssäkerhet och underhållsbehov.

Transmissionsförlusterna har stor betydelse i bostadshus. Dessa förluster kan minskas genom bättre isolersystem och fönsterkonstruktioner. I lokaler dominerar ventilationsförlusterna. Dessa begränsas genom styrning av ventilationsluftflöden och värmeåtervinning. Avloppsförlusterna varierar påtagligt mellan olika lokaler och bostäder. Förlusterna begränsas genom en anpassad vattenförbrukning. I vissa fall är det möjligt att nyttja värmen i avloppsvattnet.

I en energisnål byggnad har hantering av gratisvärmen stor betydelse för ett effektivt energitnyttjande. Häri ingår utveckling av energisnåla apparater, lämpliga regler- och styrsystem och på sikt ett byggnadstekniskt utnyttjande av solvärmen, med lagring och omfördelning av överskottsenergi.

Den energieffektiva tekniken kräver större insatser av teknisk utvärdering, analys och besiktning. Fel i dimensionering eller arbetsutförande får stor inverkan på funktionen hos klimatskal, installationer och styr- och reglersystem. Vikt bör därför läggas vid utveckling av metoder för energiteknisk provning. En ökad inriktning bör ske mot studier av beständighetsfrågor och energifrågor i samband med andra egenskaper i byggnader och byggnadsdelar.

Negativa bieffekter vid utveckling av byggnader med lågt energibehov kan ge effekter på komfort och inneklimat eller på byggnadens beständighet. Erfarenheten visar att problemen kan undvikas med en riktig dimensionering och teknisk utvärdering. Målmedvetna forskningsinsatser är nödvändiga i ett antal fall. Många problem kan emellertid undvikas genom att befintligt kunnande utnyttjas. Detta är en utbildnings- och informationsfråga. För att i fortsättningen undvika nya problem krävs gedigna baskunskaper och målmedveten forskning, kvalificerad projektering och utvärdering, systemtänkande osv. Det krävs en högre teknisk nivå inom byggbranschen än vad som varit vanligt tidigare.

Lågt energibehov i en byggnad kan nås på olika vägar. Vid val av strategi bör man utgå från att lågt energibehov är en i hög grad önskvärd kvalitet, men att byggnaden också måste utformas så att alla andra väsentliga funktioner uppfylls. I rapporten diskuteras utmärkande drag för olika typer av byggnader och vilka principiella möjligheter som finns för att begränsa energibehovet. Byggnadernas olika karaktär vad gäller energibalansen och skillnader mellan byggnader som endast används periodvis respektive permanent gör en differentiering av strategierna för energioptimering nödvändig. Med denna utgångspunkt behandlas de utmärkande dragen och tänkbara strategierna för olika byggnader. Dessa är småhus, flerbostadshus, sjukhus, kontor samt skolor. Olika tekniska alternativ för att nå ett lågt energibehov sammanfattas i en exemplifierande tabell (se avsnitt 4.2.6).

För att ytterligare illustrera olika strategier har olika exempel för ett småhus redovisats. Vid denna beräkning, liksom vid andra i rapporten, har energibalansen beräknats med dator-programmet ENORM. De alternativ som behandlats omfattar: bättre värmeisolering och täthet, frånluftsvärmepump för varmvatten och uppvärmning, sänkt innetemperatur och behovsanpassad ventilation samt minskat varmvatten och hushållselbehov, utnyttjande av passiv solenergi samt slutligen kombinationer av de föregående alternativen. Beräkningsresultatet sammanfattas i figur 4.12.

Det framtida energibehovet beräknas för bostäder och lokaler. Bostadshuset behandlas med utgångspunkt från byggnadsdata för hus byggda 1983. Olika alternativ för aktuella typhus diskuteras. Dessa alternativ omfattar byggnadstekniska åtgärder, installations-tekniska åtgärder och vissa antagna förändringar i brukarberoende värden som rumstemperatur, varmvattenförbrukning och förbrukning av hushållsel. Kortfattat redovisas vissa lönsamhetsberäkningar för de aktuella alternativen. För lokaler har en något översiktligare bearbetning skett. Denna har delvis baserats på uppgifter från BFR-projektet "Resurssnåla lokaler". Beräkningarna har gjorts med uppskattade värden för personvärme, el och varmvattenbehov samt luftsättningar. Dessa har valts mot bakgrund av normkrav och aktuella erfarenheter. De är väsentligen att betrakta som exempel.

De framtida energibehovsnivåerna för bostäder och lokaler kan sänkas väsentligt jämfört med dagens situation. Ett antal förutsättningar gäller. Dessa innefattar fortsatt forskning kring och utveckling av energieffektiv teknik, en successiv normrevidering så att optimala energibehovsnivåer nås, ekonomiska styrmedel som stimulerar till en riktig energioptimering av byggnaden och fortsatta informationsinsatser, inte minst vad gäller drift och skötsel. Energinbehovet under Sveriges normalår sammanfattas för bostäder och lokaler i tabell 5.8.

Energibehovsnivån för åren 1985-1995 för bostäder antas genomsnittligt komma att ligga på Elak-nivån, d v s den nivå som idag gäller för direktelvärmda småhus. Nivån nås genom att minimikraven i Svensk byggnorm skärps i början av perioden. Nya byggsystem används i ökad utsträckning och tekniken för återvinning av värme ur frånluften utvecklas ytterligare.

Av genomförda beräkningar och tillgänglig energistatistik framgår att energibehovet i lokaler varierar avsevärt efter verksamhet och utnyttjandetid. De redovisade energibehoven för lokaler nås genom att frånluftens värme återvinns, värme och ventilationssystem regleras så att övertemperaturer undviks under verksamhetsperioden och genom att huvuddelen av interna värmetillskott nyttjas för byggnadens uppvärmning. För lokaler antas inte elbehovet minska. Även om energieffektivare elapparater införs kan antalet sådana öka. Ökade krav på luftbehandling och kylning kan under vissa delar av året också ge ökat elbehov.

Under åren 1995-2000 antas en ytterligare sänkning av energibehovet ske. För bostadshus åstadkoms den genom att behovet av varmvatten och hushållsel minskar, väsentligen genom tekniska åtgärder. Klimatskärmens värmemotstånd och täthet förbättras. Tekniken för värmeåtervinning utvecklas ytterligare. För lokaler sänks energibehovet genom att effektiviteten vid värmeåtervinning ur ventilationsluften ökar.

För år 2010 anges värden för bostäder och lokaler som antas representera vad som kan vara möjligt att uppnå på längre sikt. Klimatskärmens värmemotstånd är mycket högt för bostäder. Alla byggnader förutsätts så täta att endast den önskade luftomsättningen sker. Utnyttjandet av passiv solenergi genom fönster antas högt. Energinbehovet för varmvatten har minskat ytterligare liksom behovet av hushållsel. Rumstemperaturen har starkt behovsanpassats i byggnaden. Återvinningen av energi ur frånluften är mycket god. De angivna energibehovsnivåerna år 2010 får ses som exempel när så lågt energibehov som möjligt eftersträvas.

Energibehovets utveckling för bostadshus och lokaler illustreras i figur 5.1.

En energieffektiv utveckling av nya byggnader förutsätter målriktade forsknings- och utvecklingsinsatser. Dessa bör ske stegvis från idé till praktisk tillämpning. Forskningsresurser måste läggas på teoretiska utvärderingar, undersökningar i laboratorium och provhus samt vissa experimentbyggen. Några områden redovisas där forskningsbehov finns. De är mer resultat av vad som framkommit under arbetet med rapporten än en systematisk genomgång av det stora forskningsfält som energibehov i nya byggnader utgör.

1 INLEDNING

Efter energikrisen 1973 har intresset successivt ökat för att vidta energibesparande åtgärder i det befintliga beståndet och för att utforma nya byggnader med tanke på god energihushållning. I ökad utsträckning tar man hänsyn till energiaspekten vid projektering och byggande. Nya byggnormer, lånebestämmelser och satsningar på information har förstärkt insikten om att det är viktigt att uppnå ett effektivt energiutnyttjande.

Rapporten redovisar uppskattningar av energibehovet i nya byggnader och anger aktuella tekniska lösningar. Redovisningen sträcker sig över en tidsperiod, mer i detalj till 1990, mindre i detalj till 2010. Energebefovsdeln och tekniker för att reducera energibehovet behandlas. I denna beskrivning inkluderas olika former för värmeåtervinning ur ventilationsluft och avloppssystem. Likaså behandlas utnyttjande av gratisenergi. Där emot undantas tillförselsystem för att täcka byggnadens energibehov. Olika byggnader, bostäder och lokaler redovisas. Tillgängligt underlag och kategorins betydelse för energiförbrukningen i framtiden innebär att bostäder diskuteras något mer detaljerat. Lokalsidan omfattande kontor, sjukhus och skolor är mer översiktligt behandlad. Vissa faktorer är emellertid av gemensam betydelse.

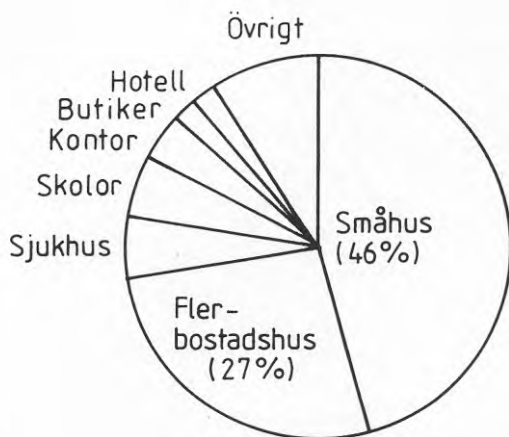
I kapitel 2 ges nuvarande byggnadsvolym för bostäder, lokaler och fritidshus. Här ställs även nyproduktion en i relation till befintlig bebyggelse. Dagens energinivå i olika byggnader redovisas.

I kapitel 3 behandlas energibalans, tekniska lösningar och energibesparingsmöjligheter. Avsnittet redovisar förlustfaktorerna i en byggnad och diskuterar olika möjligheter att reducera dessa. Säkerheten i de tekniska lösningarna diskuteras liksom den möjliga tillämpningen i ett nära eller mera långsiktigt tidsperspektiv. I detta avsnitt behandlas inverkan av gratisenergi och styr- och reglersystem liksom behovet av teknisk utvärdering. Avslutningsvis diskuteras bieffekter.

Olika vägar att nå lågt energibehov redovisas i kapitel 4. Detta gjordes i kapitel 3 vad gäller tekniska lösningar utifrån energibalansen. I kapitel 4 diskuteras strategival för att nå ett lågt energibehov utifrån olika byggnaders egenskaper och brukssituation. Ett avsnitt redogör för det använda sättet att redovisa och beräkna energibalansen. Utfall av olika strategier exemplifieras på ett småhus.

Det framtida energibehovet behandlas i avsnitt 5. Här redovisas förutsättningarna för energibehovsberäkningarna, aktuella tekniska lösningar och resulterande energibehov vid olika tider för såväl bostäder som lokaler.

Mot bakgrund av aktuella problem och utvecklingsbehov inom området görs i avsnitt 6 en kort sammanställning av några FoU-områden.



Figur 2.1 Fördelning av uppvärmd yta mellan olika byggnads-kategorier.

2 NYA BYGGNADERS BETYDELSE UR ENERGISYNPUNKT

För att få en uppfattning om hur betydelsefulla olika typer av nytillkommande byggnader är ur energisynpunkt görs en bedömning genom att jämföra nuvarande volymer, sannolik framtida byggnadsfrekvens och specifik energiförbrukning för de olika typerna.

I tabell 2.1 redovisas uppvärmda ytor och energibehov i bostadshus och lokaler (exklusive jordbruks- och industrifastigheter samt fortifikationsbyggnader). Tabellen har erhållits genom bearbetning av bl a SCBs energistatistik för 1982. Tabell 2.2 redovisar en mer detaljerad bild av uppvärmda ytor och specifik energiförbrukning för lokaler.

Hur den uppvärmda ytan procentuellt fördelas mellan de aktuella byggnadskategorierna illustreras i figur 2.1. Bostäderna utgör en avsevärd del av det nuvarande beståndet av de aktuella byggnadskategorierna, ca 73 %.

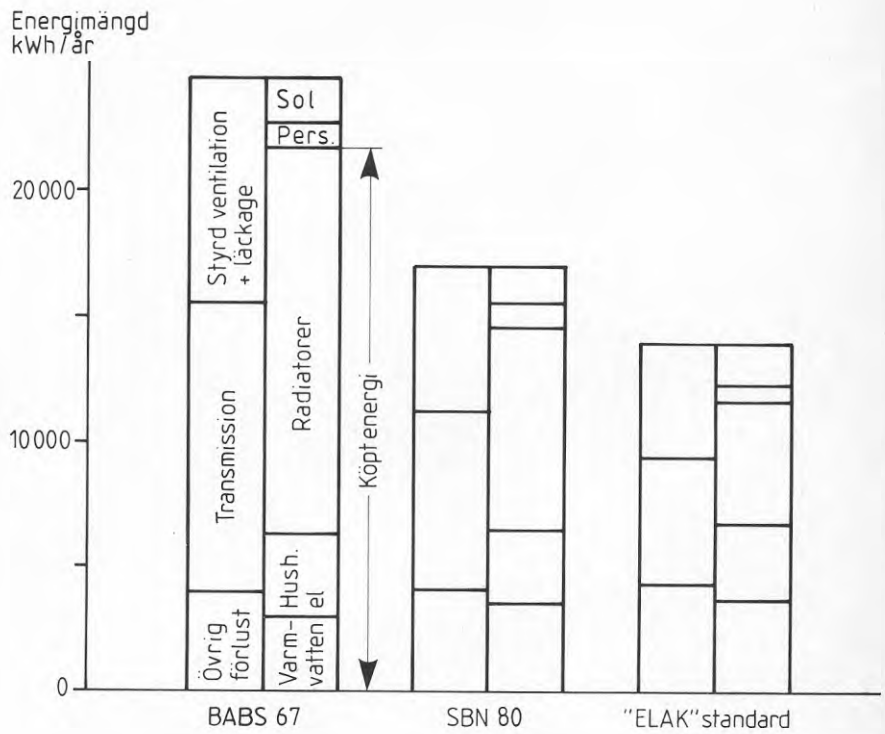
Ett annat sätt är att räkna efter energibehov. I de byggnader som påbörjades 1977 till 1981 åtgår ca 60 % av energin till bostäder. Också ur energianvändningssynpunkt är således bostäder en viktig byggnadskategori.

För det befintliga beståndet är den specifika energiförbrukningen för uppvärmning och varmvatten mycket lika för småhus, flerbostadshus och lokaler om de jämförs som tre separata grupper. Förbrukningen ligger mellan 23 och 26 liter olja per m² uppvärmd area (mellan 180 och 203 kWh per m² vid fjärrvärme). Elförbrukningen i lokaler är dock betydligt större än i bostäder.

Man kan heller inte förutse någon stor förskjutning mellan de tre gruppernas framtida specifika energiförbrukning. Förbrukningen kommer att minska, men en ungefär lika stor minskning kan förut sättas ske oavsett kategori av byggnad.

Med samma storleksordning på den specifika energiförbrukningen är det den tillkommande volymen som avgör respektive sektors betydelse ur energisynpunkt.

Nybyggnadsverksamheten har under senare år minskat i omfattning och inom bostadssektorn kan nu en inriktning mot en ökad satsning på reparation och ombyggnad skönjas. Trots detta har nyproduktionen av bostäder en stor betydelse när det gäller den framtida bebyggelsemassans energibehov. Rimliga bedömningar visar att ungefär en fjärdedel av lägenhetsbeståndet år 2010 kommer att finnas i hus som producerats efter 1983. Vilka energiegenskaper de nya bostadshusen ges är därför betydelsefullt för det framtida energibehovet. En del av de nya byggnaderna kommer också att ersätta sådan befintlig bebyggelse som har undermålig energiteknisk standard.



Figur 2.2 Årsenergi balans för lägenhet (75 m²) i 2-vånings flerbostadshus.

För lokaler är nybyggnadsverksamhetens framtida volym svår att förutsäga. Behovet av skolor bedöms dock vara mycket litet eftersom ett minskande elevunderlag kan förutses. Under 60- och 70-talen byggdes nya sjukvårdsbyggnader i stor omfattning, varför behovet av nybyggnader är begränsat även inom denna sektor. Man vill i stället satsa resurserna på att underhålla och bygga om befintliga vårdlokaler. Behovet av övriga lokaler påverkas inte bara av demografiska förändringar utan är dessutom beroende av den allmänna samhällsutvecklingen. Därför är det mycket svårt att bedöma tillkommande volym av kontor, butiker, hotell och övriga lokaler.

Även om bostadsbyggandet blir tämligen begränsat, uppskattningar på 30 000 lgh per år är vanliga, så bedöms den tillkommande energiförbrukningen p g a ny bebyggelse i hög grad falla inom sektorn bostäder.

Detta är huvudanledningen till att störst tonvikt lagts på analyser av bostäder. En annan anledning är att statistiken över lokaler är bristfällig samt att lokalernas utseende och utnyttjande varierar på ett helt annat sätt än bostädernas. Bilden av ägarkategorierna är också mer komplex för lokaler, och avkastningskraven på investeringar varierar och därmed också drivkraften att engagera sig i ett effektivt energiutnyttjande. Generella uttalanden om framtida lokalers utformning ur energisynpunkt är svåra att göra.

De gällande energibestämmelserna i Svensk Byggnorm, som påverkat byggandet sedan 1977, har bidragit till att minska energibehovet. I vissa nyproducerade byggnader ligger energibehovet dock lägre än enligt gällande normkrav. För direktelvärmda småhus gäller från årsskiftet 1983/84 ytterligare skärpta krav, som är avsedda att minska energibehovet för uppvärmning och varmvatten. I den nya byggnorm som kommer i anslutning till den nya plan- och bygglagen, kan man också räkna med att reviderade energibestämmelser införs för alla typer av byggnader. I figur 2.2 visas energibalanser för en lägenhet i ett flerbostadshus. Här illustreras också hur energibehovet minskat från 1960- till 1980-talet.

Det är av stor vikt att betydande insatser görs så att nya byggnader utförs på ur energisynpunkt optimalt sätt. Metoder som utvecklas för och används vid nybyggnad kommer i många fall att också kunna tillämpas vid ombyggnad. Tekniskt avancerade lösningar kommer att ha en gynnsam effekt vid nybyggnad inom saneringsområden. I sådana fall bidrar nyproduktionen ofta till att energibesparande åtgärder utförs även på omkringliggande befintliga byggnader.

Satsning på energieffektivt nybyggande ger också möjligheter att öka den exportpotential som redan idag finns vad gäller svenskt energitekniskt kunnande. Här är produkter och teknik för nyproduktionen av stor betydelse.

Tabell 2:1. Uppvärmade ytor och energibehov i byggnader år 1982

Bearbetning av SCBs energistatistik för bostadshus och specialfastigheter exkl jordbruks- och industrifastigheter samt fortifikationsbyggnader.

 Antal lägenheter och uppvärmda ytor

Fritidshus	640.000	lägenheter	33.000.000	m ² uppv yta
Småhus	1.713.000	- " -	264.569.000	- " -
Flerbostadshus	2.097.000	- " -	156.725.000	- " -
Lokaler ¹⁾	-		122.945.000	- " -

Uppvärmade ytor efter uppvärmningssätt, 1000-tal m²:

	Fjärrvärme	Elvärme	Olja	Övriga ²⁾	Summa
Fritidshus	-	33.000	-	-	34.000
Småhus	13.246	90.858	145.577	14.823	264.500
Flerbostadshus	85.976	5.204	63.293	2.302	156.775
Lokaler	51.197	7.123	52.972	11.662	122.954

Specifik förbrukning per m² uppvärmd yta:

	Fjärrvärme kWh	Elvärme kWh	Olja l
Fritidshus	-	54 ³⁾	-
Småhus	180	158	23
Flerbostadshus	203	182 ³⁾	26
Lokaler	190	242 ³⁾	24

Energibehov, TWh resp 1000-tal m³ olja, levererat till konsument:

	Fjärrvärme TWh	Elvärme TWh	Olja 1000-tal m ³
Fritidshus	-	1,800 ³⁾	-
Småhus	2,384	14,356	335
Flerbostadshus	17,920	0,947 ³⁾	1.646
Lokaler	9,727	1,724 ³⁾	1.271
Summa	30,031	18,827	3.252

1) Inkl lokaler i flerbostadshus

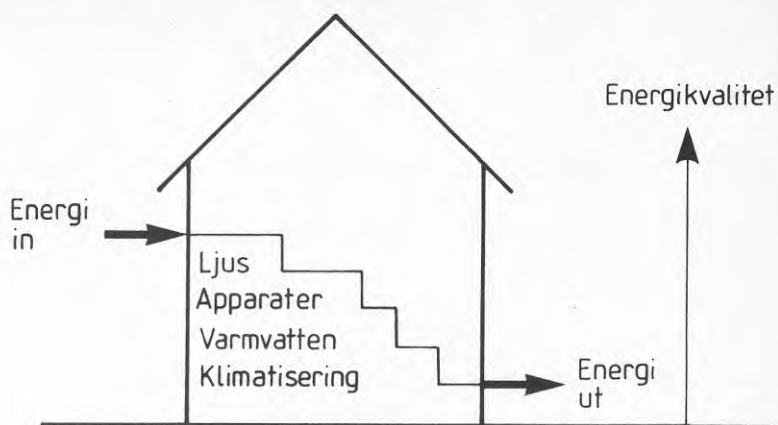
2) Gas, koks, ved, flis, spån m m

3) Inkl hushålls- respektive fastighetsetl

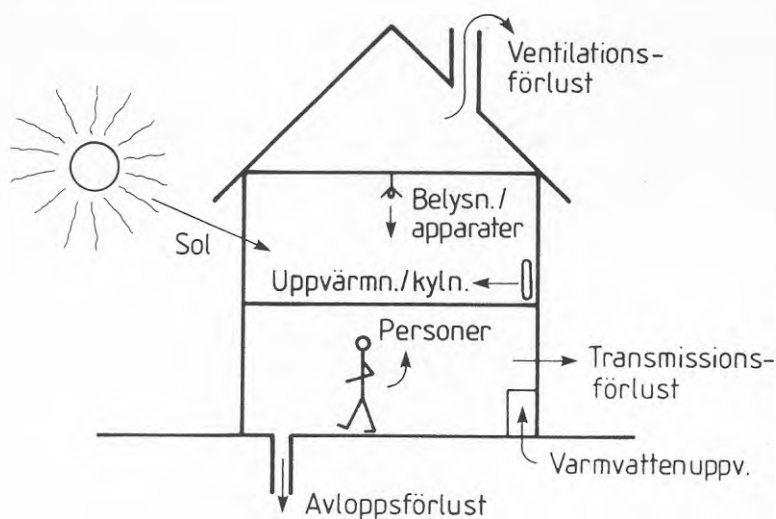
Tabell 2:2. Lokalbyggnader. Specifik förbrukning per m² uppvärmd yta, 1982

	Fjärrvärme kWh/m ²	Elvärme ¹⁾ kWh/m ²	Olja l/m ²	Uppvärmd yta 1000-tal m ²	%
Bostäder i lokaler	248	239	25	5958	5
Logilokaler	225	252	30	4573	4
Post och telegraf	138	264	24	1344	1
Bank och försäkring	142	243	28	4668	4
Övriga kontor	182	261	20	17513	14
Butik och lager	178	339	19	9725	8
Sjukvård	179	268	23	21893	18
Övrig vård	169	176	26	9208	7
Skolor	196	191	24	28322	24
Kyrkor, kapell	255	178	29	2168	2
Teater, konsert, biograf	247	202	32	622	1
Övr samlingslokaler	196	140	27	3899	3
Bad, sport, idrotssanl	249	239	34	6022	2
Övriga lokaler	217	474	27	8386	7
Samtliga	190	242	24	122954	100

1) Inkl fastighetsel



Figur 3.1 Samma energimängd som tillförs en byggnad avges också förr eller senare. Den tillförda energin utnyttjas till att ge byggnaden ljus och varmt vatten, till att driva apparater samt till att skapa ett gott inomhusklimat.



Figur 3.2 Energibalans i en byggnad. Förlusterna är transmissions-, ventilations- och avloppsförluster. Energi erhålls från sol, belysning och apparater, personer, varmvattenuppvärmning samt uppvärmningssystemet.

3 TEKNISKA LÖSNINGAR OCH ENERGIBESPARINGSMÖJLIGHETER

3.1 Byggnader som energisystem

Möjligheterna att begränsa energibehovet i en byggnad illustreras bäst av byggnadens energibalans, d v s balansen mellan tillförd och avgiven energi. Många faktorer påverkar posterna i energibalansen och därmed det system som byggnaden med sina installationer och klimatet utgör. All energi som tillförs byggnaden förörloras förr eller senare till omgivningen.

Energi utnyttjas till att ge byggnaden lämpligt termiskt inomhusklimat och god luftkvalitet. Energi används också för att förse den med vatten och belysning och för att driva apparater i byggnaden. Man bör sträva efter ett effektivt energiutnyttjande. Detta innebär att energitillförseln och energiförlusterna studeras och avpassas till varandra så att en optimal lösning erhålles.

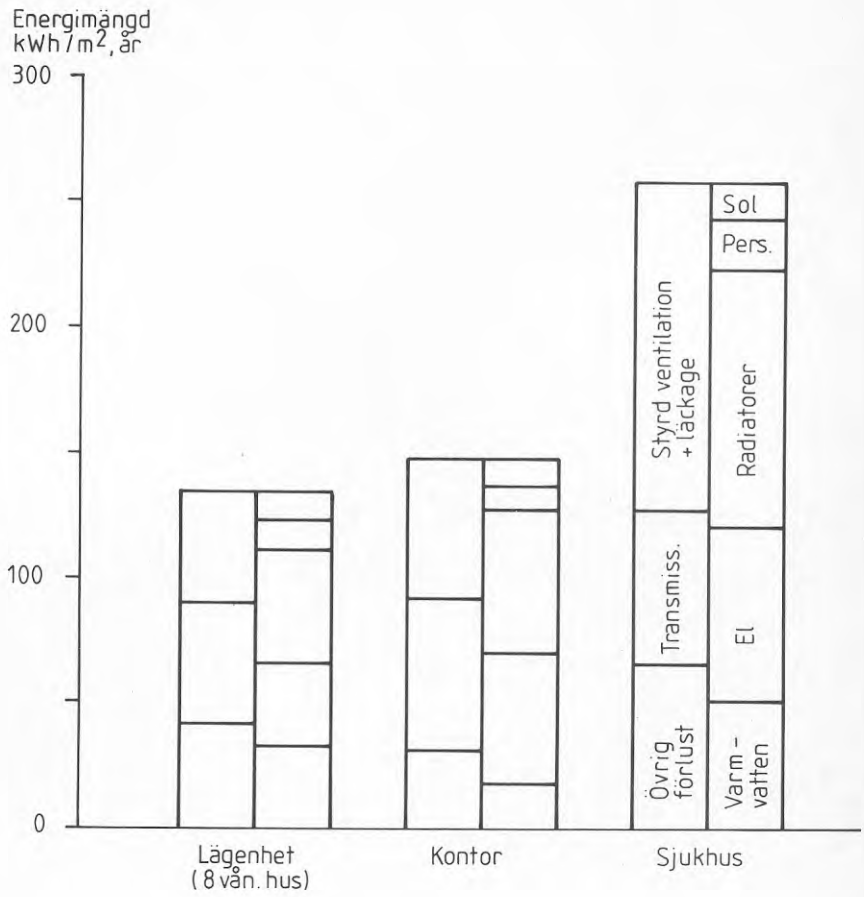
Energiavgivningen från byggnaden sker främst genom transmissions-, ventilations- och avloppsförluster. Transmissionsförlusterna är den värme som avges genom byggnadens klimathölje: tak, väggar, fönster, dörrar och grund. Ventilationsförlusterna uppstår genom att uppvärmd luft via ventilationssystemet och otätheter i klimathöljet ersätts med uteluft med lägre energiinnehåll. På motsvarande sätt beror avloppsförlusterna på att vatten har högre temperatur när det lämnar byggnaden än när det tas in.

Energi tillförs byggnaden på flera sätt. En del tillförs apparater, belysning och varmvattenberedning. Energi fås också från personer och genom solinstrålning, i första hand genom fönster. Detta ger tillskott till byggnadens uppvärmning. Dessa tillskott som inte tillförs genom uppvärmningssystemet, kallas ofta "gratisenergi". Om ytterligare energi behövs, för att få önskat inneklimat, täcks det resterande energibehovet av byggnadens uppvärmningssystem.

I det följande behandlas i första hand möjligheten att minska förlusterna och att öka utnyttjandet av gratisenergi.

Energibalansen har olika karaktär för olika byggnader. Figur 3.3 visar exempel på årsenergibalansen för flerbostadshus, kontor och sjukhus. För bostadshus är transmissionen en dominerande förlustfaktor, medan ventilationen dominerar för de flesta lokaler. Tillgänglig gratisvärme är ofta större i lokaler än i bostäder. Situationen kompliceras ytterligare genom att brukstiden varierar. En bostads används i princip dygnet runt, ett kontor endast under arbetstid osv. Dessa förhållanden är av vikt när det gäller att bedöma tekniska lösningar för olika byggnader.

I bostadshuset är en stor del av de temperaturberoende energiförlusterna knutna till utformningen av klimatskalet. Husets isolering, fönsterkvalitet och täthet har stor betydelse för uppvärmningsbehovet.



Figur 3.3 Exempel på årsenergibalansen för olika byggnader.

I lokaler krävs stora ventilationsluftflöden, vilket nödvändiggör ventilationssystem med behandlad till- och frånluft. Byggnadens energibehov domineras av förluster knutna till installationerna. Driftstyrning, värmeåtervinning, flödesanpassning och liknande är viktigt för att begränsa det totala värmebehovet.

I ett kontorshus byggt enligt dagens byggnorm kan gratisenergin vara större än uppvärmningsbehovet, även vid låga utetemperaturer. Installationsanläggningens uppgift blir då att fördela överskotten på ett lämpligt sätt i huset och i möjligaste mån överföra dem från verksamhetsperioderna till tider då byggnaden är tom.

I många typer av lokaler finns förutsättningar för en teknisk utveckling som innebär att verksamhetens värmealstring används för att i huvudsak täcka byggnadens värmebehov. Det gäller då i första hand att nyttja och fördela gratisenergin på rätt sätt.

Under uppvärmningssäsongen bestäms energiflödets storlek av byggnadens energiförluster. Balans mellan tillförd och avgiven energi erhålls genom ett energitillskott från uppvärmningssystemet. Vintertid är det således genom minskande förluster från huset som såväl energi- som effektbehovet kan reduceras.

Under sommaren bestäms energiflödets storlek av behovet av varmvatten och behovet av el för drift av apparater och belysning. När husen görs mer energisnåla minskar uppvärmningsperioden och sommarperioden ökar. Det blir därför allt mer väsentligt att angripa även den energitillförsel som behövs för drift av apparater, för hushållsel och för varmvatten.

Projekteringen av en byggnad med låg energiförbrukning bör börja med att byggnadsutformningen, anpassad till de lokala förutsättningarna, görs på ett optimalt sätt, bl a genom välplanerade och energisnåla lösningar. Därefter väljs lämpliga tekniska system och integreras med byggnaden. Behovet av köpt energi kan reduceras genom att värmeförlusterna begränsas, att värmestillskott så långt möjligt nyttiggörs, men också genom att värmeproduktionen sker på ett effektivare sätt. Det sistnämnda behandlas inte i denna rapport.

Vissa speciella förutsättningar gäller för rätt val av olika energispartekniker och för att slutresultatet skall ge en byggnad med god funktion under den tid den brukas.

En sådan förutsättning är ett utvecklat systemtänkande. Systemet bör utformas med hänsyn till brukarens klimatkrav och det aktuella uteklimatet, båda kan variera såväl till tid som plats. Klimatskalets egenskaper kan i begränsad utsträckning varieras. Slutligen ingår i systemet installations- och uppvärmningsanläggningen med regler-system. Behovet av tillsatsvärme är olika vid olika tider och i olika delar av byggnaden.

Lågenergitekniken ställer således krav både på klimatskal och på installationsanläggning, vad gäller prestanda och rätt funktion. Förutom riktiga konstruktionsval och riktig dimensionering av värmeanläggningen behövs produktionsanpassade lösningar och styrning och uppföljning av produktionen. Detta nödvändiggör olika former av kontroll och kvalitetssäkring.

Andra viktiga faktorer att beakta är driftsegenskaper, funktions-säkerhet och underhållsbehov. Här krävs rimligt enkla system för övervakning och drift liksom för anpassning till varierande brukar-behov. Installationsanläggningen kan behöva förberedas för aktuella mätningar och justeringar i samband med kontroll- och intrimnings-åtgärder. Beständighet hos material och komponenter eller utbytbarhet är andra viktiga faktorer.

3.2 Transmissionsförluster

Transmissionsförlusterna har stor betydelse speciellt i bostadshus. Transmissionsförlusterna bestäms, förutom av klimatskalets värmemotstånd, av omslutningsarea och temperaturfall över klimatskalet. För att minska dessa förluster är de viktigaste alternativen:

- ökat värmemotstånd hos klimatskalet

Här krävs genomtänkt utformning av anslutningar, hörn m m och isolersystem. Vikt bör läggas vid konstruktionsval, produktionsanpassning, arbetsutförande och kontroll av slutlig funktion.

En vidare utveckling av fönsterkonstruktioner kan förutses, med fler glas, gasfyllnad och selektiva skikt. I sådana fall måste krav ställas på konstruktionernas beständighet i relation till byggnadens brukstid.

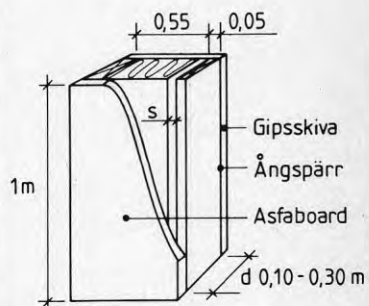
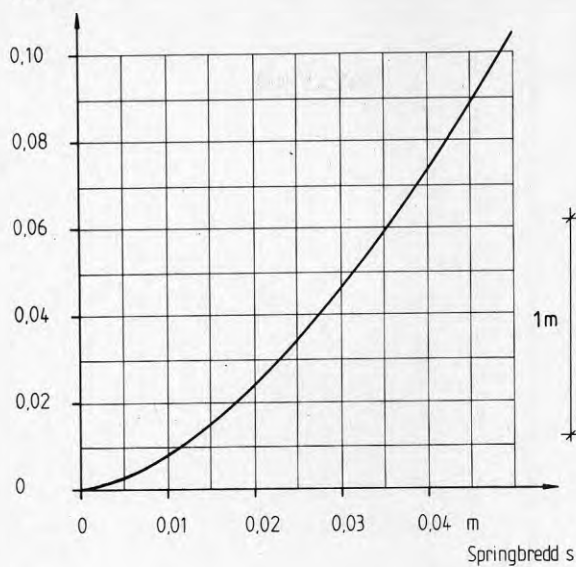
- att temperaturen regleras till rätt nivå

Ett välisolerat klimatskal ger normalt förutsättning för en relativt låg inomhustemperatur. Temperaturen kan sänkas under tider då byggnaden inte nyttjas och vissa delar av byggnaden ges lägre temperatur än bostadsdelarna, t ex trapphus, källare och andra sekundära utrymmen. Temperaturdifferentiering inom en byggnad kan ställa krav på värmemotstånd i utrymmesskiljande konstruktioner.

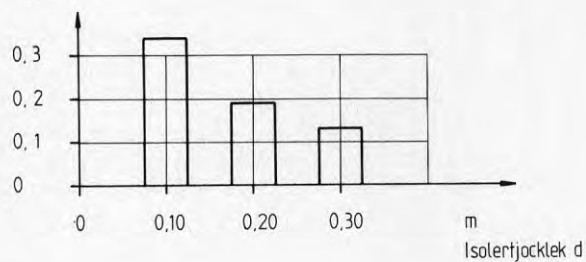
- en genomtänkt utformning och orientering av byggnaden

Möjligheten att genom byggnadsutformning och orientering av byggnaden minska transmissionsförlusterna och effektivisera energiutnyttjande bör beaktas på ett tidigt stadium vid projektering av lågenergihus. Det är i första hand en fråga om utbildning och medvetenhet vid projekteringsarbetet.

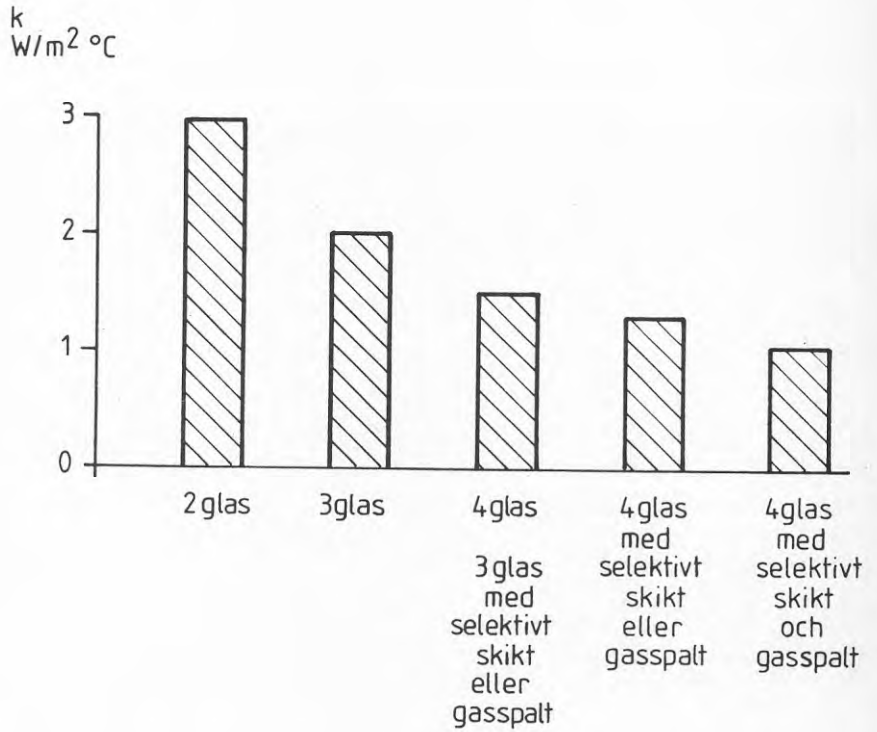
Δk per springa
W/m²°C



k
W/m²°C



Figur 3.4 Ett regelpartis k-värde påverkas av brister i isolerutförandet. En springa i isoleringen ökar k-värdet. (Bankvall 1981).



Figur 3.5 Fönstrets k-värde kan minskas bl a genom fler glas, selektiva skikt och gasfyllning.

Reglerna i SBN 1980 innebär för ytterväggar k-värde $0,30 \text{ W/m}^2\text{0C}$. För tak och golv är motsvarande $0,20$ respektive $0,30 \text{ W/m}^2\text{0C}$. I många fall används redan idag större isolertjocklekar som ger lägre k-värden.

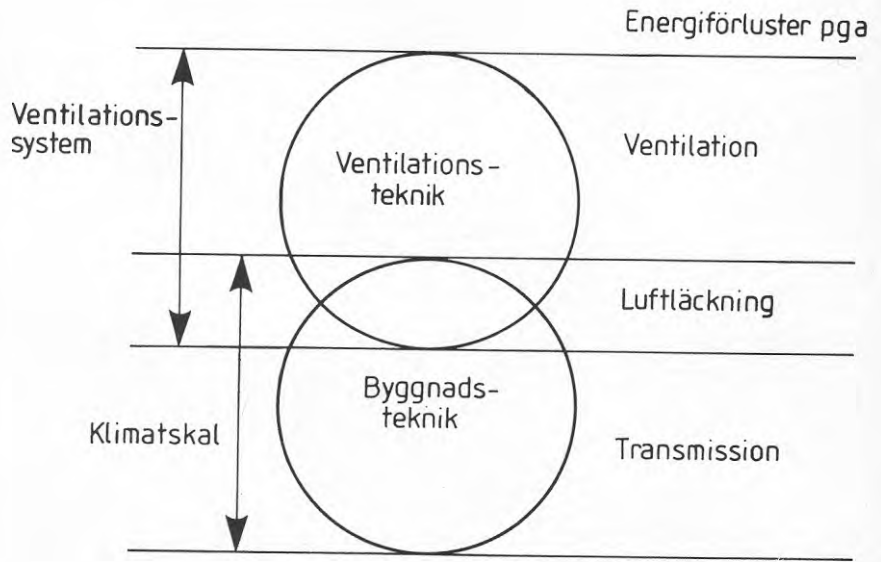
Vid högisolerade konstruktioner blir utformningen av anslutningar, hörn m m av stor betydelse. Särskilt utformade regelsystem och bärverk för att minska köldbryggor förekommer. Ytterligare utveckling av anslutningar bl a kring fönster, dörrar och grund är angelägen. För sådana konstruktioner är också arbetsutförandet viktigt för att säkerställa den avsedda isolerfunktionen, se figur 3.4. Möjligheter att prefabricera lämpliga delar är av intresse.

På högisolerade konstruktioner ställs stora krav på funktions-säkerhet. Därmed är också bl a kraven på vindsydd och säkerhet mot fuktproblem faktorer som måste beaktas. Vid en riktig dimensionering kan isoleringsmaterialets beständighet normalt antas lika med byggnadens. Stora krav måste ställas på uppföljning och kvalitets-säkring, inte minst när nya materialkombinationer och material används.

Förluster från källare och grundkonstruktioner förtjänar speciell uppmärksamhet i byggnader med låga transmissionsförluster. Detta gäller även utformning och placering av garage eller andra sekundära utrymmen. Till mer ovanliga lösningar hör olika former av jordtäckta hus. Att delar av huset är jordtäckta har konsekvenser för transmissionsförlusterna, men även för byggnadens täthet och dess värmetröghet. I alla dessa situationer är, förutom ett väl fungerande ventilationssystem, en riktig fuktteknisk dimensionering av största betydelse.

Fönstren utgör en del av klimatskalet med särskilda egenskaper. För närvarande används vanligen hermetiskt slutna rutor i treglasutförande eller i tvåglasutförande med ett kompletterande yttre glas. För att öka fönstrens värmemotstånd kan ytterligare glas tillföras. Detta ökar kraven på fönsterbågar och upphängningsanordningar. För närvarande introdueras särskilda beläggningar, delvis för att med tvåglas uppnå treglas konstruktionens värmemotstånd, se figur 3.5. För såväl den hermetiskt slutna glasetheten i sig som för de speciella skikten är beständigheten ett av de viktigaste problemen. Andra delar som påverkar fönstrets isolerförmåga är utformning av båge och karm. Under vissa tider på dygnet kan fönstrets värmeförluster ytterligare minskas genom tilläggsisolering. Isolering i fönster, isolerande fönsterluckor, persienner och gardiner är enkla sådana former. För alla dessa alternativ gäller att de på något sätt måste styras automatiskt eller manuellt.

Bättre k-värde hos fönster medför högre yttemperatur och förbättrad operativ temperatur. Detta kan i sin tur ge möjlighet till enklare uppvärmningssystem där t ex radiatorer vid fönstren inte är nödvändiga.



Figur 3.6 Samverkan mellan byggnadsteknik och ventilationsteknik. (efter Nylund 1984).

Andra faktorer som väsentligt påverkar energibalansen är fönsterarea och orientering. Vid värdering av fönstrets inverkan på värmebalansen måste hänsyn tas till tillskott genom solinstrålning. Förändringar måste därför ställas i relation till fönstrets totala påverkan på värmebalansen.

Transmissionsförlusterna kan minskas eller tas tillvara på vissa speciella sätt. Ett sådant är att nyttja en del av förlusterna för förvärmning av ventilationsluften genom så kallad dynamisk isolering. Därvid förs en del av tilluften genom isolerskiktet och förvärms i detta. Olika byggnadstekniska utformningar för att nyttja solvärme kan också påverka transmissionsförlusterna. Inglasningar av balkonger eller uterum kan sänka transmissionsförlusterna över byggnadsskalet, liksom olika utformningar av väggar och tak för att tillvarata solvärme.

Vid ett väl dimensionerat och utfört klimatskal är det ofta tveksamt om ytterligare egentliga vinster kan fås med en del av de mer okonventionella lösningarna. Dessa ställer i många fall stora krav på den byggnadsfysikaliska och byggnadstekniska dimensioneringen.

3.3 Ventilationsförluster

Ventilationsförlusterna dominerar normalt i lokaler men har också stor betydelse för energibehovet i bostadshus. På kort sikt kan förlusterna begränsas genom

- styrning av ventilationsluftflöden

Här avses reglering såväl i tid som plats liksom god systemutformning och anpassning till aktuella brukarbehov. Styrning med utgångspunkt från luftkvalitet är ett framtida alternativ. Reglering av ventilationsflöden är särskilt viktigt i lokaler.

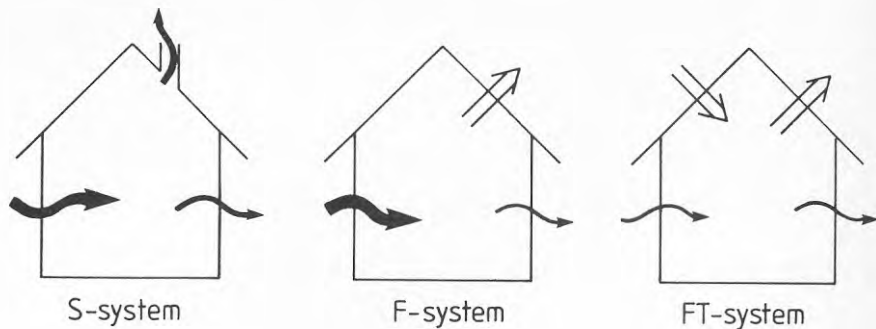
- olika former av värmeåtervinning

Värmeåtervinning genom värmeväxling eller utnyttjande av frånluften som värmekälla till värmepump är aktuellt beroende på ventilationssystem. Dimensionering och utnyttjandemöjligheter är beroende av aktuella driftsfall för att högsta möjliga årsverkningsgrad ska kunna uppnås.

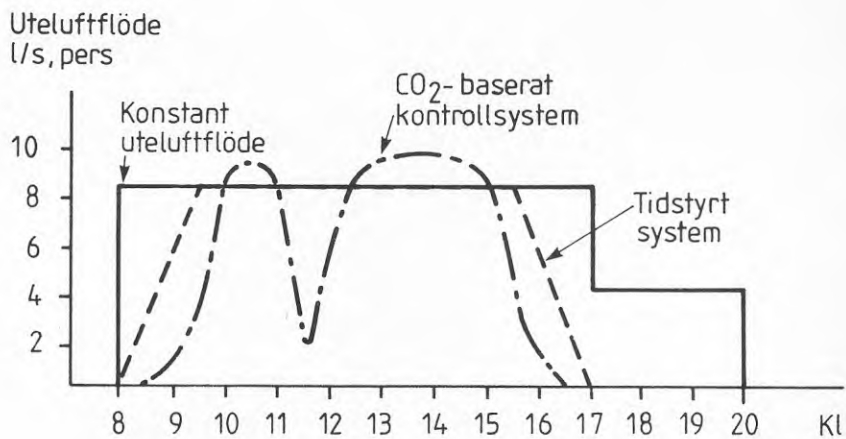
- minskad ofrivillig ventilation

Detta innebär att klimatskärmen utförs med ett tätningssystem som är beständigt eller utbytbart. Produktionsanpassning och gott arbetsutförande förutsätts. Krav bör ställas på kvalitetskontroll.

För ventilationssystemen krävs driftsäkerhet och möjligheter till anpassning till aktuella behov. Utveckling behövs av komponenter som blir större och säkrare injusteringsmöjligheter. Särskilt i större byggnader och lokaler är åtgärder på ventilationsidan av stort intresse för ett effektivt energiutnyttjande.



Figur 3.7 Ventilationsprinciper. (Kärholm m fl 1984).



Figur 3.8 Utluftflöde vid olika ventilationskontrollsystem i ett kontor. (Södergren, Punttila 1983).

Ventilationsförlusterna bestäms av skillnaden i energinnehåll då luften tas in i byggnaden och då den lämnar den, främst skillnaden i temperatur, men även fuktinnehåll. Förlusterna är direkt proportionella mot den mängd luft som passerar genom byggnaden. Detta sker huvudsakligen genom ventilationssystemet, men även genom otätheter i klimatskalet. Ventilationsförlusterna kan därför begränsas genom att ventilationen styrs efter det behov som momentant föreligger.

En förutsättning för att ventilationsförlusterna ska kunna kontrolleras är att luftläckage och otätheter i klimatskalet är små i förhållande till den totala ventilationsmängden. För lokaler, som t ex sjukhus, med stora ventilationsflöden blir läckagets inverkan marginell. I bostäder däremot ökar betydelsen av täthet hos klimatskalet. Även ventilationssystemets utformning inverkar. Se figur 3.7.

Självdraagsventilationen bygger väsentligen på naturliga skillnader i tryck och temperatur. I viss utsträckning kan den kontrolleras genom reglering av don. Själva drivkraften för luftväxlingen svarar emellertid ofta illa mot aktuella krav på inomhusklimat och energihushållning.

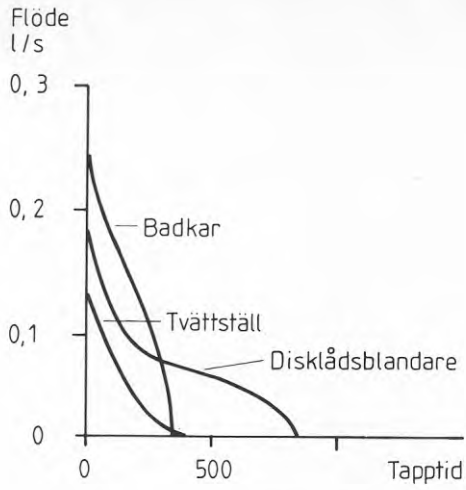
En byggnad med frånluftsventilation ger större möjligheter att reglera ventilationsflödena. Detta kan ske genom reglering i don och genom styrning av fläktar. Ett sådant ventilations-system ger möjligheter till värmeåtervinning ur frånluften, t ex med värmepump.

Ventilationssystem med både från- och tilluftskanaler ger stora möjligheter till styrning av ventilationsflödena både i tid och rum. Värmeåtervinning kan ske med värmeväxlare av olika utföranden.

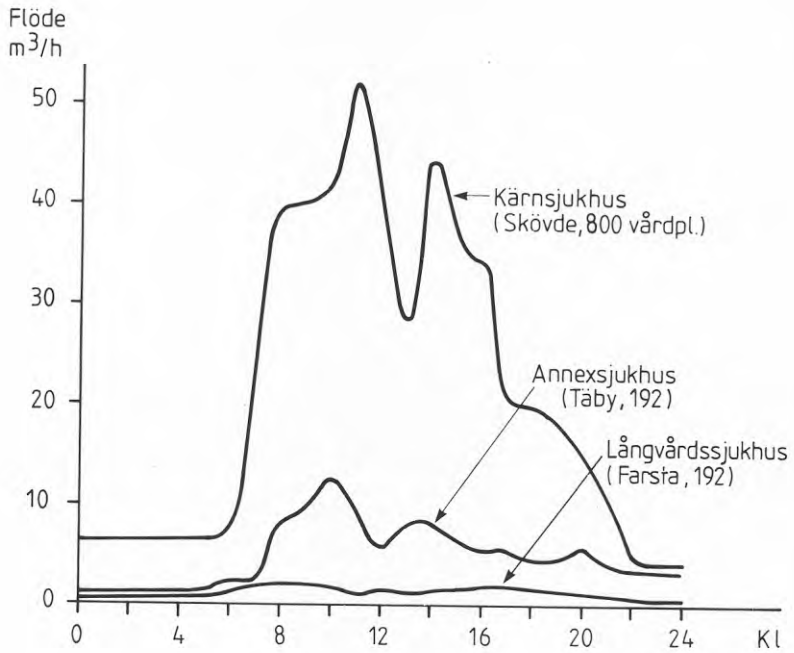
Reglering och styrning av ventilationsmängderna är av stor betydelse särskilt i olika lokaler. Detta kan ske på olika sätt. En form är förprogrammering med utgångspunkt från förutsebart behov vid olika tider och i olika delar av byggnaden. Andra former är individuell reglering eller styrning efter belastningen i ett visst rum, t ex med utgångspunkt från någon parameter, som är viktig för kvaliteten hos inneluften, se figur 3.8. Vid begränsning av ventilationsmängderna måste också inverkan på byggnadsdelar och inredning beaktas, t ex risk för fuktproblem, begränsad beständighet m m.

Ventilationsförlusterna i bostadshus är i hög grad beroende av brukarbeteendet. Detta gäller bl a vädring. I viss utsträckning kan beteendet påverkas genom tekniska åtgärder. Ett väl fungerande ventilationssystem och en jämn temperatur minskar benägenheten att vädra.

För återvinning ur ventilationsluften eller förvärmning av den finns vissa speciella lösningar. Återvinning ur ventilationsluften sker i frånluftsfönster där det primära syftet är att höja temperaturen på fönsterytan t ex i sjukhus. Ett annat exempel är att låta frånluften passera genom kryprummet i ett småhus.



Figur 3.9 Skattade tappkurvor per dygn och lägenhet i bostadshus. (Jönsson, Lindgren 1982).



Figur 3.10 Spillvattnets flödesvariationer under ett dygn vid olika sjukhus. (Lindblad, Nylund 1980).

Förvärmning av ventilationsluften kan ske genom att tilluften får passera delar av isoleringen och därmed nyttiggöra transmissionsförlusterna från byggnaden. Utformning av väggar och tak för att utnyttja solvärme ger, liksom olika former av inglasningar, möjlighet till förvärmning av tilluft eller rumsluft.

3.4 Avloppsförluster

Avloppsförlusterna beror på vattenförbrukningen i en byggnad och varierar därmed påtagligt mellan olika lokaler och bostäder.

Förlusterna kan redan på kort sikt begränsas genom

- anpassad vattenförbrukning

Detta innebär i de flesta byggnader begränsning av vattenförbrukningen i första hand genom tekniska åtgärder, i viss utsträckning genom påverkan av brukarvanorna.

- utnyttjande av värmen i avloppsförlusterna

I lokaler med stort vattenflöde t ex sjukhus eventuellt även flerbostadshus kan värmeväxling eller nyttjande av värmepump vara aktuellt.

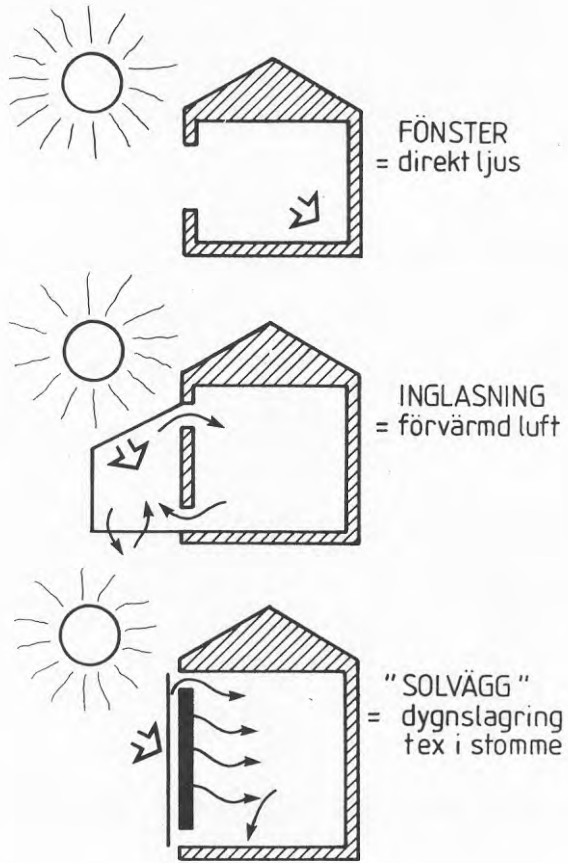
Avloppsförlusterna från en byggnad bestäms av den vattenn mängd som strömmar igenom byggnaden och temperaturskillnaden på vattnet då det förs in respektive lämnar byggnaden. I detta avseende liknar avloppsförlusterna ventilationsförlusterna som en form av flödesförluster.

I hus med lågt energibehov kan avloppsförlusterna bli av samma storleksordning som transmissions- respektive ventilationsförlusterna. Även förbrukning av kallvatten innebär energiförluster, eftersom vattnet värms oavsiktligt i byggnaden.

Avloppsförlusterna varierar i tiden och underlaget för att bedöma storleksordning och variation är relativt begränsat. Få undersökningar har gjorts med inriktning just på dessa förluster. Vissa studier har gjorts av flerbostadshus och sjukhus. Liksom för ventilationsförlusterna är variationen stor mellan olika byggnader vad gäller vattenförbrukning. Sjukhus har ofta stora behov medan kontor har små, begränsade i tiden. Mellan dessa alternativ ligger bostadshusen.

I första hand kan förlusterna minskas genom att vattenförbrukningen i byggnaden sänks. Detta ger såväl minskade vattenkostnader som minskad energiåtgång. Tekniska åtgärder som snålspolande toaletter, luftinblandande armatur m m kan ge goda resultat.

En annan form av behovsanpassning är att differentiera varmvattensystemet i ett sjukhus där olika temperaturer behövs. Detta kan också öka möjligheterna att nyttja värmeåtervinning eller värmepumpsteknik.



Figur 3.11 Principer för solmottagning. (efter Statens planverk 1980).

I bostadshus har brukarvanorna stor betydelse för avloppsförlusterna. Olika former har prövats för att påverka dessa bl a individuell varmvattenmätning. Vissa undersökningar visar dock att gjorda besparingar endast svarar mot kostnaden för mätningen.

Avloppsförlusterna kan minskas genom olika former av värmeåtervinning i första hand av s k gråvattnet från tvätt, bad och motsvarande. Fördröjt avlopp har nyttjats i ett antal mindre byggnader. Effekterna är svårbedömda. Värmeväxling mellan avloppsvatten och färskvatten eller anslutning av värmepump är aktuella alternativ i första hand i byggnader med stor vattenförbrukning.

3.5 "Gratis-energi"

Värme tillförs en byggnad även på annat sätt än via uppvärmningssystemet. Denna s k gratisvärme kommer från apparater, varmvatten och personer i byggnaden samt från solinstrålning.

I en energisnål byggnad kommer hanteringen av gratisvärmerna att ha stor betydelse för ett effektivt energiutnyttjande. Detta påverkar byggnadsutformning och konstruktionsval. Uppenbarligen påverkas också utformning av installations- och uppvärmningssystem. Tillskottet av gratisvärme varierar såväl i storlek som i tid mellan olika slag av byggnader.

På kort sikt innebär en utformning för ett effektivare utnyttjande av energin

- fortsatt utveckling av energisnåla apparater

Härigenom överförs en större del av värmertilförseln till det ordinarie uppvärmningssystemet, vilket ger reglermöjligheter.

- utveckling av lämpliga regler- och styrsystem

Detta innebär en utveckling där systemet anpassas till byggnaden och utformas så att det svarar mot brukarens olika krav.

På längre sikt kan byggnadens energibehov sänkas ytterligare genom

- byggnadstekniskt utnyttjande av solvärmerna

Olika utformningar är aktuella beroende på byggnadstyp, t ex inglasningar, speciell utformning av väggar och tak m m. Antalet experiment och undersökningar är omfattande för närvarande, men konkreta slutsatser är svåra att dra. Kraven på en genomtänkt byggnadsfysikalisk dimensionering är stora.

- lagring av överskottsenergi

Denna teknik ger olika lösningar för olika byggnader, t ex lagring i stomme eller i salt-, sten- eller marklager. De olika formerna kräver ytterligare utvecklingsinsatser. Anpassning till aktuell byggnad och aktuellt utnyttjande är viktigt.

- omfördelning av energi

Här kan förutses en utveckling av system och tekniker för att omfördela energitillskott mellan byggnadens olika delar. Detta kan ställa olika krav på utformning av installations-system beroende på byggnad och brukssätt.

I en energisnål byggnad ökar den del av året då byggnaden ej behöver värmas upp. I ett bostadshus kan den komma att omfatta mer än halva året. I många lokaler är den redan ännu kortare. Ur energisparsynpunkt blir denna period allt betydelsefullare. Därmed bör också större anstängningar göras för att minska apparatvärme och varmvattenförbrukning under icke uppvärmningstid. Även under uppvärmningsperioden är det fördelaktigt att reducera dessa energitillskott eftersom då större del av uppvärmningsenergin tillförs via uppvärmningssystemet som har större reglerbarhet. Perioder med övertemperatur kan därmed minskas.

Tillskottet av apparatvärme varierar påtagligt t ex mellan en bostad respektive ett välutrustat sjukhus. De undersökningar som gjorts visar att för ett hushåll kan den genomsnittliga elanvändningen idag minskas med 25-30 % bara genom val av bästa apparatur på dagens marknad. Avancerad teknik kan ge ytterligare sänkningar i elanvändningen till hälften eller mindre.

Följande exempel illustrerar energianvändning i bostäder.

Elanvändning (kWh/år) i ett väl elektrifierat fyra-personers hushåll. (DsI 1983:18)

	genomsnitt 1980	bästa apparat dagens marknad	avancerad teknik
Belysning	800	320	250
Spis, frys, disk m m	2559	1816	1144
Tvätt, tork, stryk, städ, köksfläkt m m	768	593	358
TV, radio, hem- terminal m m	365	145	145
Rekreation	250	250	250
Cirkulationspump, brännare	675	325	140
Totalt	5420	3450	2290

Personvärmen varierar också påtagligt mellan olika byggnader. I ett kontor är tillgången på personvärme stor under arbetstiden. I en bostad är tillgången mindre, men jämnare fördelad över dygnet. Personvärmen nyttiggörs genom lämpliga styr- och regler-system. Även lagring av värme från en tid till en annan är i många lokaler av betydelse.

Gratisvärme i form av soltillskott kan tillvaratas genom olika former av inglasningar, luftspalter i ytterkonstruktionen, där temperaturhöjningar vid solstrålning utnyttjas via ventilationsluften. Den enklaste formen är, som nämnts tidigare, fönsterutformning och fönsterorientering. Inte minst i dessa fall är behovet att omfördela tillskotten på energi i tiden stort för ett hus med små energiförluster.

De olika byggnadstekniska formerna för utnyttjande av solvärme ställer höga krav på den byggnadsfysikaliska och byggnadstekniska dimensioneringen i övrigt. Hänsyn måste tas till ändrade temperaturer och fuktförhållanden, rörelser m m i konstruktionen. Risk för övertemperatur måste beaktas.

För ett effektivt energiutnyttjande i en lågenergibyggnad är det angeläget att såväl kunna flytta energi från en del av en byggnad till en annan som att kunna lagra energi från en tid till en annan. En förutsättning är ett väl fungerande och rätt avpassat regler- och styrsystem.

De undersökningar som redovisas med värmelagring tyder på att energibesparingsmöjligheterna med sådana anordningar inom byggnaden i praktiken är relativt små. Förutsättningarna är emellertid olika för olika byggnader. Olika former av energilagring i byggnadsstommen kan vara intressanta för kontorsbyggnader, där värmeöverskottet kan vara stort vid vissa tider. För småhus, å andra sidan, visar undersökningar på att skillnaden mellan tung respektive lätt stomme är liten vad gäller energi och ekonomi. Möjligheter till värmelagring är i enskilda små byggnader av litet intresse.

För att flytta energi eller överskottsvärme från en del av en byggnad till en annan eller inom ett byggnadskomplex kan olika former användas och utvecklas. Införande av luftvärmesystem kan ge möjligheter till sådan omflyttning av överskottsenergi. Utvecklade former av värmepumpssystem kan i en framtid ge motsvarande möjligheter.

3.6 Styr- och regler-system

I energisystemet ingår ett till byggnaden, installationerna och brukarkraven anpassat styr- och regler-system som en viktig del. Viktiga inslag i utvecklingen av styr- och regler-system för ett effektivt energiutnyttjande är

- förbättrad övervakning av uppvärmnings- och ventilationssystem och deras energifunktion
- reglering av radiatoreffekter efter både inne- och utetemperatur
- förbättrad utbildning, med systemteknisk inriktning, av konstruktörer, så att effektiva lösningar fås och så att dator-tekniken kan utnyttjas på rätt sätt
- påverkan av brukarbeteendet genom information och utbildning, speciellt i drift-, skötsel- och underhållsfrågor samt komplettering av apparatur och uppföljningsutrustning för att följa byggnadens energisituation

Samspelet mellan byggnaden och dess installationer är viktigt. Styr- och reglersystemet ingår som en länk i en kedja, där systemets funktion bestäms av den svagaste länken. Detta innebär att ett dåligt valt styr- och reglersystem bestämmer systemets prestanda liksom att ett bra styr- och reglersystem endast margineilt kan förbättra systemets prestanda om kombinationen byggnad och installation är dålig.

Tyngdpunkten vid utformning av olika installationssystem läggs normalt på det dimensionerade fallet och mindre på regleregenskaperna i det normala arbetsområdet. Fallet icke drift behandlas oftast ej och otäta ventiler eller spjäll kan ge stora energiförluster. System med många komponenter kan därför få dålig prestanda. Enkla system kan vara säkrare och bättre om inte tätare ventiler och spjäll kan utvecklas.

Enskilda reglerkretsar klaras av med dagens teknik (datoriserad eller ej). Problemen uppstår när flera olika delsystem skall samarbeta i en större anläggning. Det saknas ofta systemteknikförståelse och resultatet blir därefter. Det räcker inte med att reda ut de dimensionerade driftfallen som endast uppträder under en bråkdel av ett år utan det normala driftsfallet är helt utslagsgivande för energiekonomin.

Komplicerade ventilations- och uppvärmningssystem måste alltid utvärderas genom enklare simuleringsförfarande varvid främst den normala driften undersöks. Olika delsystems inverkan och betydelse för energiekonomin måste klarläggas så att ineffektiva delsystem slopas. Datorteknik får heller inte användas som ett motiv för att bygga invecklade ventilations- och uppvärmningssystem.

En förbättrad driftövervakning med datorteknik ger vissa möjligheter att spara energi, genom att processkänndomen ökar och genom att olika former av driftsoptimering kan användas. Det är viktigt att datortekniken inte används enbart för att centralisera övervakningsfunktioner av olika triviala larm. Ett exempel på en viktig funktion är larm p g a att återvinningsgraden är för låg för ett värmeåtervinningssystem. För bästa resultat krävs ett samspel mellan datorsystem och användare. En kunnig användare är lika viktig som datorsystemet.

Gratisvärmen eller den oreglerbara värme från personer har stor betydelse för energibalansen i nya byggnader. Kravet på god, energisnål reglering av uppvärmningen ökar då den oreglerbara värmen varierar betydligt under dygnet och kan täcka uppvärmningsbehovet under ett stort antal timmar.

Möjligheter att styra uppvärmningen i olika delar av en byggnad finns idag i form av enkla termostater för elradiatorer och vattenradiatorer. Elektronisk eller datoriserad reglering av elradiatorer eller vattenradiatorer ger bättre prestanda men i gengäld är kostnaderna högre.

Det normala sättet att reglera vattenburen värme är att framledningstemperaturen till radiatorerna styrs efter utetemperaturen enligt en reglerkurva. I nya byggnader ökar kravet på bättre reglering på grund av det förhållandevis stora och i tiden varierande oreglerbara värmetilskottet. En bättre reglering kan fås genom att man mäter och reglerar efter innetemperaturen.

En del av det oreglerbara värmetillskottet utgörs av solstrålning, vilket medför att värmebehovet samtidigt är mycket olika för rum mot olika fasader. Zonindelning av radiatorsystemet kan möjliggöra ett bättre utnyttjande av solvärmens. I alla utrymmen där värmetillskotten är av betydelse installeras termostatventiler med sådana prestanda att gratisenergin utnyttjas.

Luftflödena i många ventilationsanläggningar bestäms inte av det egentliga ventilationsbehovet utan av kylbehovet eller värmebehovet. Vid uppvärmning kan tillräckliga luftmängder för att föra ut värmeenergin erhållas genom återluft medan uteluftflödet begränsas. Uteluftflödet kan också regleras efter personbelastning, t ex CO₂-halten ner till det minsta uteluftflöde som fordras för att ta hand om föroreningar inom byggnaden.

Ett alternativ för vissa lokaler kan vara att mäta ineluftens relativa luftfuktighet och att reglera ventilationsflödet så att luftfuktigheten inte överskrider en given gräns, som varierar med utetemperatur.

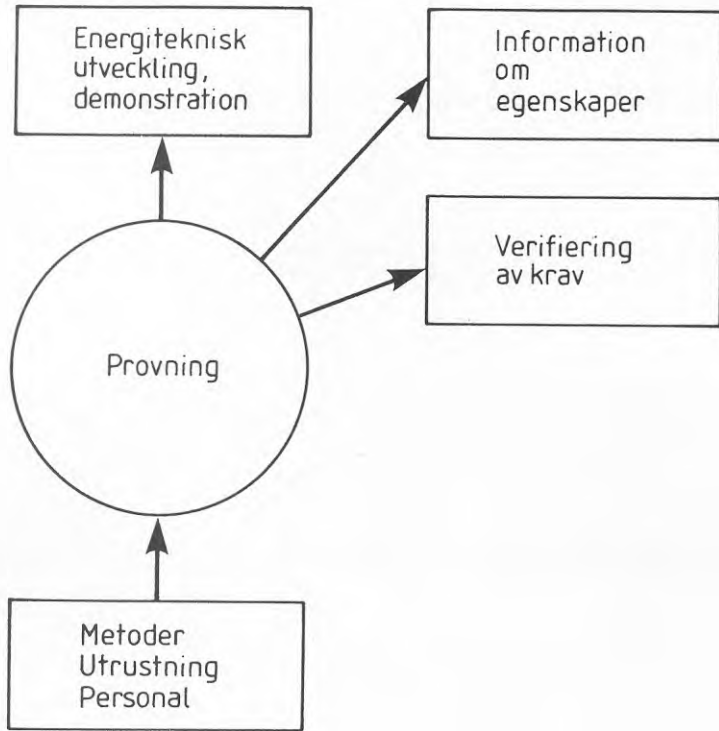
En variabel som knappast mäts i ventilationssystem är luftflödet trots att den är en ytterst viktig variabel. Luftflödet förutsätts vara konstant. Mätning av luftflödet möjliggör också funktionskontroll av ventilationssystemet.

3.7 Energiteknisk utvärdering och provning

Teknisk utvärdering och provning av produkter och system är ett viktigt inslag vid utveckling och införande av ny teknik. Den energitekniska provningen är ett ofrånkomligt led i den energitekniska utvecklingen och demonstrationsverksamheten. Den ger underlag för utvärdering och information. Den ger tillverkaren förutsättningar för modifieringar och förbättringar. En rätt avvägd information ger tillverkaren ledning vid produktutformningen och köparen stöd vid valet mellan olika alternativ.

Många krav ställs på de tekniska produkterna och systemen. Statsmakterna ställer krav inom en rad områden. Syftet är i regel att skydda liv, hälsa och egendom samt att verka för hushållning med knappa resurser. En köpare kan vilja få verifierat att kraven i köpekontraktet är uppfyllda. En tillverkare vill genom fortlöpande tillverkningskontroll förvissa sig om att kvalitetskraven uppfylls. Att ett krav är uppfyllt kan verifieras på olika sätt. Om kravet gäller t ex det tekniska utförandet kan det räcka med besiktning. Om kravet däremot gäller funktionella egenskaper behövs i allmänhet provning. Inom energiområdet har dessa frågor behandlats av energiprovningsutredningen (DsI 1980:12. Provning för bättre energihushållning).

Den energieffektiva tekniken kräver större insatser av teknisk provning, analys och besiktning. Fel i dimensionering eller arbetsutförande får stor inverkan på funktionen hos klimatskalet, installationerna eller styr- och reglersystemen.



Figur 3.12 Energiteknisk provning. (efter DsI 1980:12 Energi-
provningsutredningen).

Ökad vikt har därför lagts vid utveckling av metoder för energiteknisk provning. Bl a utveckling av enkla fältmetoder för besiktning av byggnader, samt metoder för energidiagnoser, d v s bedömning av byggnaders energistatus och värdering av energisparåtgärder. Behovet härav har understrukits vid kommunernas rådgivnings- och besiktningsverksamhet.

En ökad inriktning har under senare tid skett mot studier av beständighetsfrågor och energifrågor i samband med andra egenskaper i byggnader och byggnadsdelar.

Inom energiområdet har speciella insatser gjorts för att utveckla metoder för utvärdering av komponenter och system. I nordiskt samarbete sker detta inom Nordtest och standardiseringsorganen, internationellt även inom ISO och IEA-arbetet. Detta arbete har understrukit den svenska teknikens höga utvecklingsnivå. Förutom att stödja den tekniska utvecklingen har arbetet syftat till att harmonisera krav och provningsmetoder.

Verksamheten med experimentinriktat byggande är ett medel att påskynda den tekniska utvecklings- och genomförandeprocessen. Effektiva provningsmetoder medför att en bättre utvärdering av energispareffekter och av relationen teori-praktik i praktiskt byggande kan äga rum.

Utvecklingen medför också att olika produkter som syftar till att hushålla med energiresurserna och som bygger på ny teknik eller nya tillämpningar av tidigare känd teknik kommer att introduceras i starkt ökande omfattning. Resurser för att utvärdera och prova produkterna, med avseende på såväl energiegenskaperna som andra egenskaper, avgör om produkten skall kunna spridas och användas. Detta innebär behov av basresurser med avancerade provnings- och utvärderingsmetoder. Dessa utgör även underlag för enklare metoder. Vissa komponenter och system undersöks noggrant i laboratorium. Större systemundersökningar görs i provhus. Experimentverksamhet används för mer omfattande undersökningar och demonstrationer. Stickprovsmässiga fältundersökningar ger resultat från praktiken. Energitekniska aspekter kopplas samman med andra.

3.8 Bieffekter

Risker för negativa bieffekter vid utveckling av byggnader med lågt energibehov föreligger väsentligen inom två områden, dels effekter på komfort och inneklimat, dels på byggnadens eller byggnadsdelarnas beständighet.

Temperaturförhållanden och inverkan av gratisvärme i olika former är av stor intresse vid lågenergihus. I dessa kan gratisvärmens vid olika tider innebära ett svårreglerbart värmetillskott. Detta gäller i synnerhet för lösningar, där solvärmens utnyttjas byggnadstekniskt. Därför bör särskilt intresse ägnas dessa frågor i framtiden.

På ventilationssidan är aktuella problem buller från installationer eller dragproblem. Olika former av naturlig ventilation är ofta otillräcklig och bör kompletteras med någon form av fläktstyrning. Vid låga ventilationsmängder är CO₂-halt, fukt och luftförhållanden av betydelse för inneklimatet, i viss utsträckning även för konstruktionens beständighet.

Faktorer som kan innebära risker för brukaren exemplifieras av de höga radonhalter som i vissa fall uppmätts. Denna riskfaktor har behandlats i ett antal forskningsprojekt och för närvarande kan såväl orsaker som möjliga åtgärder anses väl klarlagda. Radonproblem behöver därför inte bli aktuella i framtida lågenergibyggnader. Formaldehydavgivning från skivmaterial är ett liknande problem. Även i detta fall har numera metoder utvecklats för såväl provning och utvärdering som för tillverkning så att riskfria alternativ kan väljas. Under utredning är problem inom flytspackelområdet, där oklarhet råder kring orsakerna till uppkomna skador och hälsorisker.

Mögelbildning har medfört olägenheter i vissa byggnader. Ett antal faktorer som påverkar uppkomsten är kända. Det gäller i första hand konstruktionslösningar, men också klimatförhållanden och materialval. För närvarande är det fullt möjligt att med en genomtänkt konstruktion undvika problem. Detta förhållande liksom de tidigare behandlade understryker ytterligare vikten av en rätt projektering och ett riktigt och väl uppföljt utförande vid kvalificerad lågenergiteknik.

De givna exemplen visar flera gemensamma drag. Negativa bieffekter har orsakat stora besvär och kostnader inte minst för konsumenterna. Problem kan undvikas med en riktig dimensionering och teknisk utvärdering. Målmedvetna forskningsinsatser har varit nödvändiga i flera fall. Dessa insatser har skett först i efterhand när problemen blivit akuta. Forskningen har varit för snävt inriktad på energibesparing. Ett flertal problem hade kunnat undvikas om befintligt kunnande inom t ex byggnadsfysik utnyttjats för att ta hänsyn till förändrade förhållanden vid den energitekniska utvecklingen. Den tekniska utvärderingen och provningen har inom många områden varit eftersatt liksom rimlig kontroll och kvalitetsuppföljning.

Det kan konstateras att nya material, metoder och konstruktioner ofta lett till oönskade bieffekter som man inte haft fantasi eller kunskap nog att förutse. För att i fortsättningen undvika obehagliga överraskningar krävs gedigna baskunskaper och målmedveten forskning, kvalificerad projektering och teknisk utvärdering, systemtänkande, m m. Det krävs i dag en högre teknisk nivå inom byggbranschen än vad som varit vanligt tidigare.

4 OLIKA VÄGAR ATT NÅ LÅGT ENERGIBEHÖV

4.1 Överväganden vid strategival

Vid val av strategier bör man utgå ifrån att lågt energibehov är en i hög grad önskvärd kvalitet hos en byggnad, men att byggnaden också måste utformas så att alla andra väsentliga funktioner uppfylls. Inte minst är det viktigt att de som använder byggnaden känner att byggnaden fungerar på avsett sätt. I vissa fall kan det hända att strävan att begränsa energibehovet resulterar i konflikter med andra krav:

- Byggnader kan göras energisnåla genom att man minskar bruksareorna, väljer extremt kompakta husformer eller begränsar fönsterareorna. Detta måste då vägas mot krav på utrymme, dagsljusinsläpp och ögonkontakt med omgivningen. Om avvägningen är dålig är det pris man får betala för energibesparingen alltför högt.
- Byggnader kan göras energisnåla genom att man förutsätter medverkan från brukarna i någon form. Byggnadsutformningen kan t ex kräva att de boende måste göra någon uppoffring av komforten eller utföra regelbunden skötsel av energisystemet. Detta kan svara dåligt mot vår föreställning om bekvämlighet och det är tveksamt om besparingarna blir bestående när nya brukare övertar byggnaden.
- Byggnader kan göras energisnåla med hjälp av mer eller mindre sofistikerade byggnadstekniska och installationstekniska lösningar. Men det är tveksamt om dessa kan komma till generell användning om de kräver en omfattande kontroll vid byggandet eller mätningar under bruksskedet för att lokalisera och rätta till felfunktioner.

Det är uppenbart att ett lågt energibehov är en egenskap, som måste ges rätt dimension i jämförelse med andra funktioner hos byggnaden. Vilken vikt man skall lägga vid att utforma nya byggnader energisnålt beror på ett flertal faktorer, som hur den framtida energiförsörjningen skall ske och hur energipriset utvecklas. Det är dock helt klart att det är ekonomiskt motiverat att utforma nya byggnader betydligt bättre ur energisynpunkt än vad som svarar mot minimikraven i den nuvarande byggnormen, SBN-80.

Vid utformningen av en byggnad måste man betrakta byggnaden som ett system. Helheten måste kunna överblickas. Detta gäller både när en effektiv energianvändning skall integreras med byggnadens alla funktioner och när rätt strategi skall väljas för att uppnå ett lågt energibehov.

Sättet att uppnå en effektiv energianvändning är att först se till att energibehovet är lågt. Därefter har man möjlighet att anpassa ett rätt dimensionerat uppvärmningssystem till det aktuella energibehovet. Det finns allt för många exempel på att uppvärmningssystemet är överdimensionerat, vilket medför en låg verkningsgrad och därmed ett ineffektivt energiutnyttjande. Exempel kan hittas på olika systemnivåer - från enstaka oljepannor till fjärrvärmesystem.

Genom att hålla energibehovet lågt, d v s begränsa energiförlusterna, får man större möjligheter att nu eller i framtiden utnyttja

alternativa energikällor, som normalt inte har så stor effektkapacitet som olja och andra energirika bränslen.

Även om denna rapport i första hand behandlar olika vägar att begränsa energiförlusterna, så kan man självfallet inte bortse från hur energi tillförs byggnaden när man skall utforma byggnaderna för att nå ett lågt energibehov. Valet av uppvärmningssätt och energiprisets utveckling har avgörande betydelse för hur stort det optimala energibehovet blir. Om man väljer att använda en värmepump för uppvärmning kanske inte en extremt god klimatskärm är motiverad därför att energins marginalkostnad är låg. Om man å andra sidan har minimerat värmebehovet med en extremt god klimatskärm är kanske inte en värmepump för enbart uppvärmning motiverad. Energitillförseln påverkar strategin för energitillförseln och vice versa.

Inte heller bör man bortse från att olika strategier att spara energi påverkar varandra på ett komplicerat sätt. Om en möjlighet väljs kan detta val påverka lönsamheten för en annan. Därför måste man även för byggnader som ännu ej är byggda tänka sig att energibesparande åtgärder vidtas i en viss ordning, så att de mest lönsamma eller ur andra synpunkter mest attraktiva tänks utförda först. I vissa fall påverkar dock olika besparingsalternativ varandra endast marginellt. Om man förser en byggnad med en extremt god klimatskärm så kan man mycket väl utnyttja en frånluftsvärmepump. Man får då en god samverkan, eftersom man i det ena fallet sänker transmissionsförlusterna och i det andra ventilationsförlusterna.

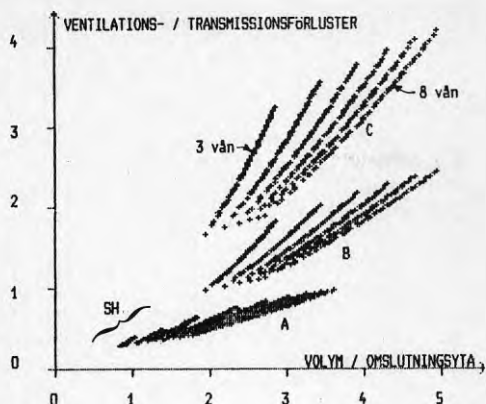
Överväganden av de energibesparingar som kan åstadkommas på olika vägar i en byggnad bör därför baseras på byggnadens energibalans. På så sätt tar man hänsyn till samspelet mellan energiförluster och energitillförsel. Man kan också genom att succesivt förse byggnaden med olika alternativ för att minska energibehovet ta hänsyn till att effekten varierar med hur det totala systemet utformas.

4.2 Olika byggnader

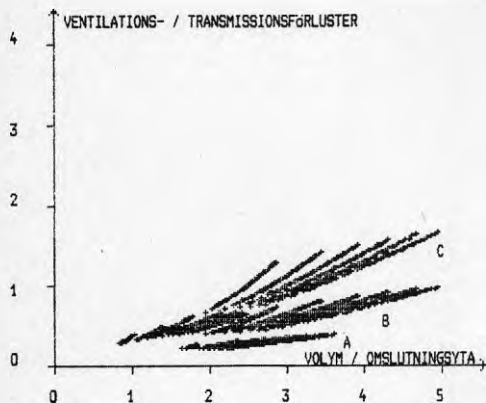
I detta avsnitt diskuteras några utmärkande drag för olika typer av byggnader, samt vilka principiella möjligheter man har att begränsa energibehovet för dessa. Huvudparten av byggnaderna kan, om industrins och jordbrukets byggnader samt fritidshus undantas, inplaceras i någon av grupperna småhus, flerbostadshus, sjukhus, kontor eller skolor, se kapitel 2.

Olika byggnader har olika karaktärer när det gäller energibalansen. Installationstäta stora byggnader som sjukhus eller processindustrier kan inte behandlas med samma medel som friliggande småhus. Vidare är det stor skillnad mellan en byggnad som endast används periodvis och en permanent använd byggnad. En differentiering av strategierna är därför nödvändig om man vill nå den bästa effekten.

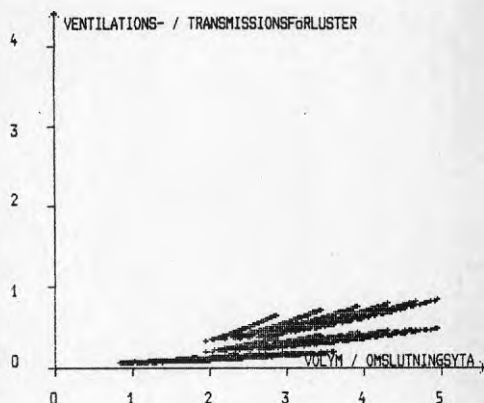
I figur 4.1 är kvoten mellan ventilationsförluster och transmissionsförluster redovisade för några olika byggnadstyper. Geometrin och luftomsättningen har varierats. I figur 4.1.a antas att man inte använt någon utrustning för värmeåtervinning ur frånluften och i figur 4.1.b att värmeåtervinning med 60% verkningsgrad skett för



a. Ingen värmeåtervinning ur frånluften. Småhus i 1-, 1 1/2- och 2-plan är markerade med SH. De sex kurvorna inom B och C (samt A, där de inte kan urskiljas) gäller för 3, 4, 5, 6, 7 och 8-våningsbyggnader.



b. Värmeåtervinning ur frånluften med 60% verkningsgrad om värmeinnehållet är mer än 50 MWh/år, vilket innebär att småhusen inte har värmeväxlare.



c. Värmeåtervinning ur frånluften med 80% verkningsgrad för alla byggnader.

Figur 4.1 Kvoten av ventilationsförluster och transmissionsförluster som funktion av volym genom omslutningsarea för olika byggnader med k-värden enligt SBN-80. Bostäder återfinns inom område A, medan lokaler kan finnas var som helst. Byggnadernas mått och luftomsättning har varierats inom följande intervall.

Område	Bredd m	Längd m	Antal vån.	Fönster- area, % av ytter- vägg	Luftom- sättning 1/h
A	7-12	11-96	1-8	20	0.5
B	12-20	18-160	3-8	30	1.0
C	"	"	"	40	2.0

alla byggnader utom småhus. Område A i figurerna visar byggnader med en genomsnittlig luftomsättning på 0.5 oms/h och med 20% fönsterarea av totala ytterväggsarean. Bostäder med 1 till 8 våningar återfinns inom detta område, med enbostadshus längst till vänster och större flerbostadshus längst till höger. Lokaler kan hanna var som helst i figurerna. Stora sjukhus kan exempelvis återfinnas till höger i område C, som har en genomsnittlig luftomsättning på 2.0 oms/h och 40% fönsterarea. Kontor och hotell kan falla inom område B, som har 1.0 oms/h resp 30% fönsterarea.

Figurerna visar att ventilations- resp transmissionsförlusterna har olika betydelse vid olika byggnadstyper. För större byggnader bör man välja värmeåtervinningssystem som har bättre prestanda än enligt kraven i SBN-80. I många lokaler är dessutom luftomsättningen avsevärt större än den genomsnittliga under vissa tider, varför utformningen av luftbehandlingssystemen får stor betydelse. Figur 4.1.c visar hur förhållandet mellan ventilations- och transmissionsförluster blir om man för alla byggnader väljer att återvinna 80% av frånluftens värmeinnehåll.

För de flesta byggnadstyper gäller att energi och kostnader kan sparas genom en god stadsplaneutformning, rätt placering i terrängen, gynnsam orientering av byggnaden på tomten samt en yteffektiv projektering. Förutom dessa generella strategier kan man, när byggnadens planform och placering är vald, urskilja olika mönster för att uppnå ett effektivt energiutnyttjande för de olika byggnadskategorierna.

De tänkbara strategier som i det följande anges för de olika byggnadstyperna får ses som förslag på olika sätt att begränsa energibehovet. Det finns naturligtvis andra möjligheter, som i ett enskilt fall kan lämpa sig väl så bra som de angivna. Nya system och produkter tillkommer också kontinuerligt, och det är viktigt att i framtiden kritiskt pröva konventionell och ny teknik samt att överväga nya lösningar för att begränsa energibehovet.

4.2.1 Småhus

Utmärkande drag:

Småhusen kan stå tomma under delar av ett dygn, t ex under arbetstid eller skoltid, men sällan mer än 1/3 av dygnet.

Småhusen har en stor omslutningsarea i förhållande till volymen.

Normalt har de boende i småhusen ett direkt ekonomiskt intresse att minska energiförbrukningen.

Tänkbara strategier:

Klimatskärmens kvalitet har stor betydelse, varför god värmeisolering, bra fönster och god täthet bör prioriteras.

Passiv solenergi bör tillvaratas genom att man på projekteringsstadiet orienterar husen så gynnsamt som möjligt. För att undvika övertemperaturer bör man utforma husen så att solinfal-

let minskas sommartid och/eller så att de har en viss termisk tröghet.

Ventilationsförlusterna kan begränsas antingen genom behovsstyrd ventilation (manuell eller automatisk, eventuellt också förvärmad av mark eller sol) eller genom återvinning med värmeväxlare eller frånluftsvärmepump. Här får man dock beakta att även byggnadens behov av ventilation skall tillgodoseas framför allt med hänsyn till fukt.

Det finns goda förutsättningar att begränsa energibehovet genom brukarpåverkande besparingar, t ex varmvattenbesparing. Energisnåla hushållsapparater kommer troligen att efterfrågas i allt högre grad.

El- och fjärrvärmetakans utformning och avvägningen mellan dag- och natttaxa har stor påverkan på såväl husens stomutformning som uppvärmningssystem. Det är t ex fullt möjligt att värma småhusen enbart nattetid om de utformas och utrustas med hänsyn till detta.

4.2.2 Flerbostadshus

Utmärkande drag:

Det är rimligt att betrakta ett flerbostadshus som en enhet ur energisynpunkt, eftersom styrsystem som beaktar de separata lägenheterna ännu inte har använts i någon större utsträckning. Man kan heller aldrig räkna med att flerbostadshuset står tomt under någon del av dygnet.

Huset har en något mindre omslutningsarea i förhållande till volymen än vad småhuset har. Ofta har dock dagens flerbostadshus en karaktär som mycket påminner om radhus.

Så länge energin mäts kollektivt har de boende inte något starkt ekonomiskt intresse att minska sin egen energiförbrukning.

Tänkbara strategier:

Klimatskärmens kvalitet har stor betydelse även i flerbostadshus, varför god värmeisolering, bra fönster och god täthet bör prioriteras. Vid högre hus är tätningen särskilt betydelsefull.

Ventilationsförlusterna bör begränsas genom återvinning med värmeväxlare eller frånluftsvärmepump.

I större flerbostadshus kan en värmeväxlare mellan avloppsvatten och inkommande tappvatten eventuellt vara motiverad.

Sänkt energibehov för varmvattenuppvärmning kan uppnås genom minskat vattentryck, snålspolande armatur eller sänkt varmvattentemperatur. Om besparingarna drivs långt minskar motiven för att välja frånluftsvärmepump för varmvatten eller återvinning av värme ur avloppsvattnet. Förlusterna från varmvattencirkulationen bör begränsas genom tidsstyrning.

Energisnålare hushållsapparater kommer troligen att användas i allt större utsträckning. Utvecklingen kan leda till någon form av individuell klimatisering av lägenheterna i flerbostadshus genom styrning av ventilationen och rumstemperaturen.

Passiv solenergi bör tillvaratas genom lämplig orientering, zonindelning av värmeförseln och lämplig fönsterutformning. Inglasade balkonger varifrån också uteluften eventuellt kan tas kan bli vanligare i framtiden.

4.2.3 Sjukhus

Utmärkande drag:

Sjukvårdsbyggnader används permanent och någon minskning av ventilationen eller sänkning av temperaturen nattetid är inte aktuell.

Utformningen av sjukvårdsbyggnaderna kan variera mycket. En del är stora byggnader med stor volym i förhållande till omslutningsarean. Andra kan vara 1-plansbyggnader och ha småhuskaraktär. Det är vidare ganska stor skillnad i användnings sätt mellan exempelvis ett centralsjukhus och ett långvårdssjukhus.

I stora delar av sjukhus är kraven på luftomsättning extremt höga. Vattenbehovet är också tämligen stort i sjukhus, upp till 200 m³/år och vårdplats.

Den interna värmebelastningen kan vara betydande, speciellt i stora sjukhus. Dessutom har man i vissa lokaler mycket långt drivna renhetskraV, vilket i dessa lokaler leder till krav på mycket stora luftväxlingar.

Tänkbara strategier:

I första hand måste man begränsa ventilationsförlusterna genom återvinning med värmeväxlare eftersom luftflödena är stora.

I vårdlokaler är klimatskärmens kvalitet väsentlig. Bättre fönster ger förutom energibesparing även högre operativ temperatur, vilket kan ha särskilt stor betydelse i vårdlokaler. Frånluftsfönster, där den inre ytan håller hög temperatur, kan här vara ett intressant alternativ.

Sänkt energibehov för varmvattenuppvärmning kan uppnås genom snålspolande armatur och sänkt varmvattentemperatur. System med dubblade system för varmvatten med olika temperaturer kan vara motiverade, så att man inte behöver hålla samma höga varmvattentemperatur för alla tappställen.

Den interna värmebelastningen bör begränsas vilket bl a innebär att man utformar belysningen på ett effektivt och energisnålt sätt. Detta sänker också kylbehovet, vilket i gränsfall kan betyda att man inte behöver någon kylinstallation.

4.2.4 Kontor

Utmärkande drag:

Kontorsbyggnaderna har normalt liten användningstid, ca tio timmar per dygn. I allmänhet används de inte under helger.

Den interna värmebelastningen från belysning och kontorsapparater, är betydande under den tid kontoren utnyttjas. Energiförbrukningen för belysning kan ofta vara större än för uppvärmning.

Vanligen är husen ganska stora och dessutom är kraven på luftomsättning höga, vilket gör att ventilationsförlusterna blir betydelsefulla.

Varmvattenbehovet i kontorshus är litet.

Tänkbara strategier:

I intermittent använda kontor görs stora besparingar genom att ventilation styrs noggrant, eventuellt med dator. Försök har gjorts att styra uteluftsandelen med givare som indikerar luftkvaliteten. Uteluften bör förvärmas med värmeväxling. Eventuellt kan även solvärme utnyttjas, eftersom behovet av ventilation infaller då solen står högt. Solvärmens kan tas tillvara genom att uteluften tas in via luftspalter i byggnadens tak eller väggar. Värmeåtervinning ur frånluften är dock ej alltid lönsam. Speciellt får man se upp då man har stor andel gratisenergi i förhållande till värmebehovet.

Klimatskärmen bör utformas så att tätheten blir god, speciellt i högre byggnader. Bättre fönster kan ge bieffekter i form av minskat behov av kallrasskydd. Frånluftsfönster, där den inre ytan håller hög temperatur, är ur denna synpunkt intressant.

Natt- och helgsänkning av temperaturen är enkelt och väl motiverat även om nattsänkningen kan ha liten effekt i en energisnål byggnad. Om temperatursänkning tillämpas bör uppvärmningen påbörjas tidigare om utetemperaturen är låg. I annat fall kan komforten bli dålig. Datorstyrning är lämpligt för att erhålla en bra starttidsoptimering.

Det är naturligtvis mycket viktigt att utforma belysningen på ett effektivt sätt i kontor, eftersom så stor del av den tillförda energin används till detta. Energisnål armatur bör övervägas även för punktbelysning, liksom tidstyrning av gemensam belysning. Även för kontor förskjuts gränsen för behov av kylinstallation genom en väl projekterad belysning.

Även om internvärmens begränsas med konstruktiva åtgärder kan den tillsammans med övrig gratisenergi vara tillräcklig för att man ska få överskottsenergi i hela eller delar av byggnaden även långt in på uppvärmningssäsongen. Denna problematik förstärks om värmebehovet minskas ytterligare. Olika strategier är tänkbara för att eliminera de problem överskottsvärmen orsakar och för att dessutom ta till vara denna energi.

En möjlig väg är att välja en tung stomme för lagring av energin. Ett exempel på ett sådant system är då luft cirkuleras i hålbjälklag av betong, där energi lagras och används för klimatisering nattetid. Systemet förutsätter att temperaturen tillåts variera i viss utsträckning.

En annan strategi, som har förutsättningar att bli framgångsrik, är att föra över överskottsenergi till andra delar av byggnaden som har värmebehov. Detta kan göras med värmepumpsteknik, med vilken också viss energi kan lagras med hjälp av exempelvis isackumulatorer. Klimatiseringen ombesörjs lämpligen av ett datorstyrt värme- och kylsystem.

4.2.5 Skolor

Utmärkande drag:

Det mest utmärkande draget för skolor är att användningstiden är kort. Ofta används en skola som undervisningslokal endast sju timmar per dag och inte alls under helgerna, dvs med en utnyttjandegrad på endast 20 %. Därutöver används ofta skollokaler till fritidsaktiviteter, kurser mm då persontätheten är mindre och man därför bör kunna minska luftomsättningen i lokalerna.

Under skoltid är persontätheten relativt stor, vilket medför krav på kraftig ventilation. Gratisenergin i form av personvärme är också betydande under användningstiden. Normalt förekommer ingen undervisning under den årstid då riskerna för övertemperaturer är störst.

Skolbyggnaderna byggs ofta som enplanshus med en teknik som liknar den som används i småhus. Omslutningsarean är därför relativt stor i förhållande till volymen.

Tänkbara strategier:

En strikt behovsstyrning av ventilationen är självklar. Både tidsstyrning och styrning med någon form av indikator för luftkvaliteten kan vara aktuell. Ventilationsluftens värmeinnehåll skall återvinnas, lämpligen med en värmeväxlare.

Eftersom utnyttjandetiden är kort bör stora ansträngningar göras för att använda skollokalerna även under de tider då de inte utnyttjas för undervisning. Även om detta leder till ökat energibehov i de aktuella lokalerna är det naturligtvis god hushållning av många resurser om lokalerna kan användas så mycket som möjligt. Om detta inte är genomförbart bör strategin vara att minska värmeförlusterna radikalt under den tid lokalerna står tomma.

När lokalen inte används finns goda förutsättningar att spara energi genom temperatursänkning. Principen bör vara att så snabbt som möjligt få ned temperaturen och så sent som möjligt starta uppvärmningen. En mycket lätt stomme eller en stomme som isoleras med exempelvis vävbeklädda akustikskivor ökar effekten av att stänga av värmesystemet. Valet av inredning kan i dessa

fall också ha betydelse. Man bör i första hand välja ett snabbt verkande uppvärmningssystem, t ex takvärme. Ett sådant uppvärmningssystem kräver dock stor effekt.

Om byggnaden görs extremt lätt fordras det att man studerar sommarfallet noggrant. Eventuellt kan man använda någon form av värmelager, som temporärt kan kopplas in när så erfordras. Ett sådant lager kan antingen placeras utanför byggnaden eller, om det isoleras väl, inom byggnaden t ex i form av hålbjälklag.

Det är inte tillräckligt känt hur lågt man kan sänka temperaturen. Det kan tänkas att fuktproblem uppstår om temperatursänkningen drivs mycket långt.

4.2.6 Sammanfattande tabell

I nedanstående tabell sammanfattas några av de tekniska alternativen att nå ett lågt energibehov. För närmare förklaringar hänvisas till den föregående texten, där möjligheterna diskuterats för de olika byggnadstyperna.

Strategi	SH	FH	Sjukhus	Kontor	Skolor
Planutformning					
Effektiv stadsplan	X	X	X	X	X
Placering i terrängen	X	X	X		X
Placering på tomt	X	X	X		X
Byggnadsutformning					
Yteffektiv projektering	X	X	X	X	X
Passivt solvärmeutnyttjande	X	X			
Klimatskal					
Bättre värmeisolering	X	X	X	X	X
Bättre fönster	X	X	X	X	X
Bättre täthet	X	X	X	X	X
Luftförsörjning					
Värmeväxlare ventilation	X	X	X	X	X
Frånluftsvärmepump	X	X			
Behovsanpassad ventilation	X		X	X	X
Förvärmning ventilationsluft	X	X		X	X
Vattenförsörjning					
Värmeväxlare avloppsvatten		X	X		
Avloppsvärmepump		X	X		
Styr- och reglersystem					
Datorstyrning	X	X	X	X	X
Termiskt lager				X	X
Liten värmetröghet					X
Natt/helgsänkning temperatur	X			X	X
Minskad basenergitillförsel					
Sänkt VV-förbrukning	X	X	X		
Energisnål belysning	X	X	X	X	X
Energisnåla apparater	X	X	X	X	

4.3 Beräkning och redovisning av energibalans

Energibalanserna som beskrivits i kapitel 3 används vid beräkning av energibehovet. Beräkningsmodellen bygger på månadsvisa balanser, där energiförlusterna balanseras av tillförd gratisenergi samt, om så behövs, energi från uppvärmningssystemet. Den har utvecklats vid institutionen för Byggnadskonstruktionslära vid LTH, se Källblad och Adamson (1978 och 1984), och har vidareutvecklats av Statens planverk, se Munther (1982). Planverkets version kallas ENORM, och har använts för alla energibalansberäkningar som redovisas i denna rapport.

Energiförlusterna beräknas på följande sätt. Månadsmedelvärdet för utetemperaturen antas gälla för alla dygn under månaden. Transmissionsförlusterna bestäms med utgångspunkt från byggnadens inre areor. k -värden beräknas enligt reglerna i SBN, och för fönster används k -värden utan hänsyn till solinstrålning. Vid beräkning av ventilationsförluster sätts luftens värmeinhåll till $0.33 \text{ Wh/m}^3, ^\circ\text{C}$. Luftläckaget genom byggnadens klimatskal kan varieras. Normalt används ett högre värde vid balanserad ventilation än vid frånluftsventilation och självdreg. Övriga förluster antas i normalfallet vara energin för varmvattenuppvärmning och 20 % av hushållsenergin samt energin till frånluftsfläktar. Till detta kommer eventuella förluster vid värmeproduktionen och värmedistributionen.

Energi tillförs från personer och solinstrålning genom fönster. Personvärmen uppskattas efter hur många personer som normalt finns i byggnaden och reduceras med hänsyn till hur lång tid personerna uppehåller sig i byggnaden. För enbostadshus har exempelvis antagits att personvärmen är 1300 kWh/år och för flerbostadshus 1000 kWh/år, lgh . Personvärmen i lokaler antas vara mellan 10 och 20 kWh/m^2 och är beroende på lokaltyp. Solvärmestillskottet genom fönster under en månad bestäms av ett varaktighetsdiagram som erhållits ur analyser av uppmätt direkt och indirekt strålning. För att beakta bl a inverkan av horisontavskärmning och skuggning från träd och från andra byggnader reduceras soltillskottet i normalfallet med 40% .

Hushållselbehovet antas i normalfallet vara 5000 kWh/år för enbostadshus och 3000 kWh/lgh, år för flerbostadshus. Energin för varmvatten antas vara 4000 kWh/år för enbostadshus och 3000 kWh/lgh, år för flerbostadshus. Dessa värden har valts med hjälp av tillgänglig statistik. Beräkningar har också gjorts för lägre värden. Såväl hushållsenergin som energin för varmvattenuppvärmning antas vara likformigt fördelade över året. För lokaler antas elbehovet variera mellan 40 och 70 kWh/m^2 och behovet av energi för varmvatten mellan 20 och 50 kWh/m^2 beroende på lokaltyp.

Uppvärmningsenergin beräknas som en restpost som behövs för att ge en korrekt energibalans vid önskat inneklimat. Effekten av värmväxlare och frånluftsvärmepumpar har bestämts utgående från provningsresultat. För värmväxlare beräknas energibesparingen med hjälp av systemverkningsgraden. För värmepumpar, som kan ge varmvatten, uppvärmningsenergi eller bådadera, bestäms besparingen från

uppgifter om bl a systemårsvärmefaktor och täckningsgrad, dvs behov av tillsatsenergi i värmepumpsystemet.

Några begränsningar hos den använda beräkningsmodellen bör omnämnas. Modellen beaktar inte lagring av energi i byggnaden. Nattsänkning av temperatur och tidstyrning av ventilation kan endast beräknas approximativt genom att dygnsmedelvärden används. För de mest energisnåla husen måste man för denna beräkningsmodell, liksom för de flesta andra, reservera sig för precisionen i beräkningarna. De övertemperaturer som kan förekomma soliga dagar under sommartid kan inte beräknas med denna modell.

I Svensk Byggnorm, SBN 80, anges de krav på isolerstandard, värmeåtervinning mm som gäller för nybyggnader. Alla nybyggnader måste uppfylla minimikraven enligt byggnormen. Det är därför naturligt att ta SBN 80 som en utgångspunkt, från vilken mer energisnåla utformningar diskuteras.

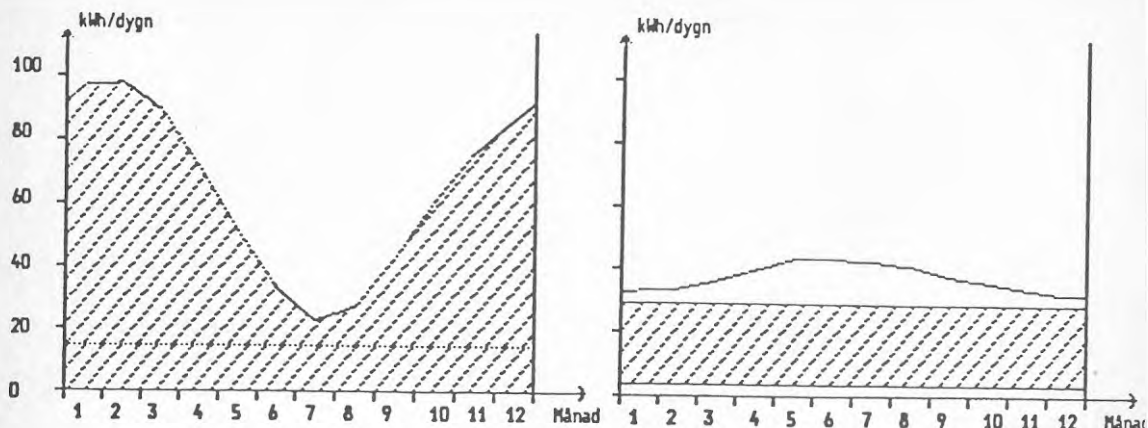
I Figur 4.2 visas de olika posterna i energibalansen och fördelningen över året. Figuren gäller för ett enbostadshus, som ligger i Stockholm. Huset har normalstora areor och uppfyller precis kraven i byggnormen. De indata som använts anges i Figur 4.3.

I Figur 4.2.a anges energiförlusterna, dels de som antas konstanta över året, dels de som varierar med utetemperaturen. Gränsen mellan konstanta och temperaturberoende förluster anges med en prickad linje. De konstanta förlusterna är fläktförluster samt den del av hushållsenergin och varmvattenenergin som inte kan utnyttjas för uppvärmning. Den största delen av dessa förluster lämnar byggnaden via uppvärmt vatten som rinner bort i avloppet. De temperaturberoende förlusterna består av transmissions- och ventilationsförluster. De är beräknade månad för månad och de beräknade värdena är sammanbundna med räta linjer i figuren.

I Figur 4.2.b redovisas all tillförd energi exklusive uppvärmningsenergi. Längst ner visas personvärmen, 1300 kWh/år, dvs 3.56 kWh per dygn. Till denna adderas hushållsenergi, energi för varmvattenuppvärmning samt fläktenergi. Denna energi, som i fortsättningen för enkelhets skull kallas bastillförsel, måste man betala för, vilket i figurerna markeras genom skuggning. Överst visas soltillskottet genom fönster, som varierar över året med de högsta värdena i juni månad.

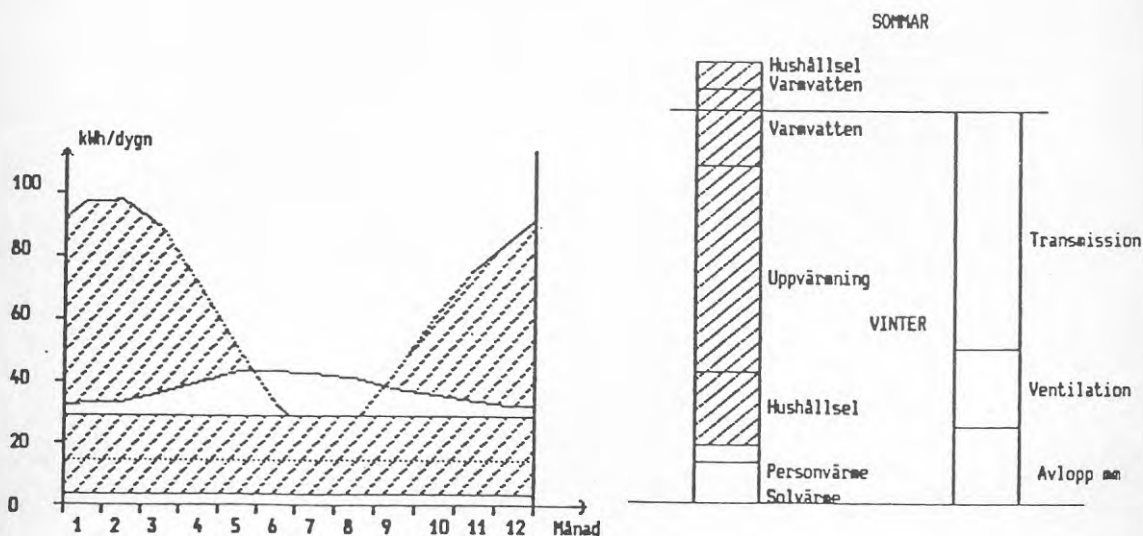
I Figur 4.2.c visas den totala energibalansen. Figuren är en sammanlagning av de två figurerna ovanför. De två skuggade ytorna ovanför soltillskottet visar uppvärmningsenergin, medan den nedre skuggade rektangeln är övrig energi, som man får betala för, dvs bastillförseln. I figuren kan man också avläsa uppvärmningssäsongens längd.

Figur 4.2.d ger en presentation av energibalansen i 4.2.c i form av ett stapeldiagram. Uppvärmningssäsongen betecknas med "VINTER" och övrig tid med "SOMMAR". Under sommaren redovisas inte energibalansen utan enbart betald energi.



a. Förlusterna kan indelas i förluster som är konstanta över året och temperaturberoende förluster.

b. Tillförd energi exklusive uppvärmning. Personvärme, bas-tillförsel av betald energi samt solvärmestillskott.



c. Total energibalans. Samman-slagning av figurerna a och b.

d. Total energibalans. Stapel-diagram.

Figur 4.2 Redovisning av energibalanser månad för månad samt för hela året. Skuggade areor anger betald energi.

Energiberäkning enligt ENORM
 A N V Ä N D A I N D A T A
 =====

Objekt: SBN
 Ort: Stockholm

ALLMANT

Uppvärmd area:	110.0	(m ²)
Fönsterandel av väggar:	18.4	(%)
Uppvärmd volym:	264.0	(m ³)
Ventilerad volym:	224.4	(m ³)
Värmekapacitet:	100.0	(Wh/gr c, m ²)

BRUKARBEROENDE DATA

Innetemperatur:	20.0	(gr c)		
Belysning, processvärme:	5000	(kWh/år) varav	80 % tillg f uppv.	
Varmvatten:	4000	(kWh/år) varav	0 %	- " -
Personvärme:	1300	(kWh/år) varav	100 %	- " -
Fläktförluster:	400	(kWh/år) varav	0 %	- " -

VENTILATONSDATA

Driftsfall	Drifttid (timmar)	Luftoms. (ggr/tim)	Värmeåterv. (%)	Läckage (ggr/tim)
Fläkt avst.	0.0	-	-	0.10
Fläkt basv.	24.0	0.40	0	0.10
Fläkt fullv.	0.0	0.70	0	0.10

Frånluftsventilation

FÖNSTERDATA

Glasparti	Orientering	Glasarea	Solfaktor	Skuggningsf.	Lutning
1	N	1.4	0.75	0.60	0
2	O	3.4	0.75	0.60	0
3	S	5.4	0.75	0.60	0
4	V	3.4	0.75	0.60	0

TRANSMISSIONSDATA

Bygghel	Area	K-värde	KA-värde	Ev. Red.faktor
Tak	110.0	0.20	22.0	
Vägg	82.1	0.30	24.6	
Golv	110.0	0.30	33.0	0.70
Fönster	19.4	2.00	38.8	
Dörr	4.0	1.00	4.0	

 Summa KA-värde: 112.5 (W/gr C)

Figur 4.3

Använda beräkningsdata för energibalansen i Figur 4.2 Den ventilerade volymen antas vara 85 % av uppvärmd volym. I brukarberoende data anges hur mycket av den tillförda energin, som antas tillgänglig för uppvärmning. Varmvatten antas inte bidra till uppvärmningen, eftersom bidraget därifrån motverkas av att kallt vatten i ledningar och toaletter kyler av byggnaden. För golv används en reduktionsfaktor på k-värdet som motiveras av att markens värmekapacitet minskar värmeflödet under uppvärmningssäsongen.

ORT: Stockholm

ENERGIFÖRLUSTER (kWh/år)

VINTER

Transmission	=	12130
Ventilation	=	3991
Avlopp mm	=	3941
Summa förluster	=	20061

TILLFÖRD ENERGI (kWh/år)

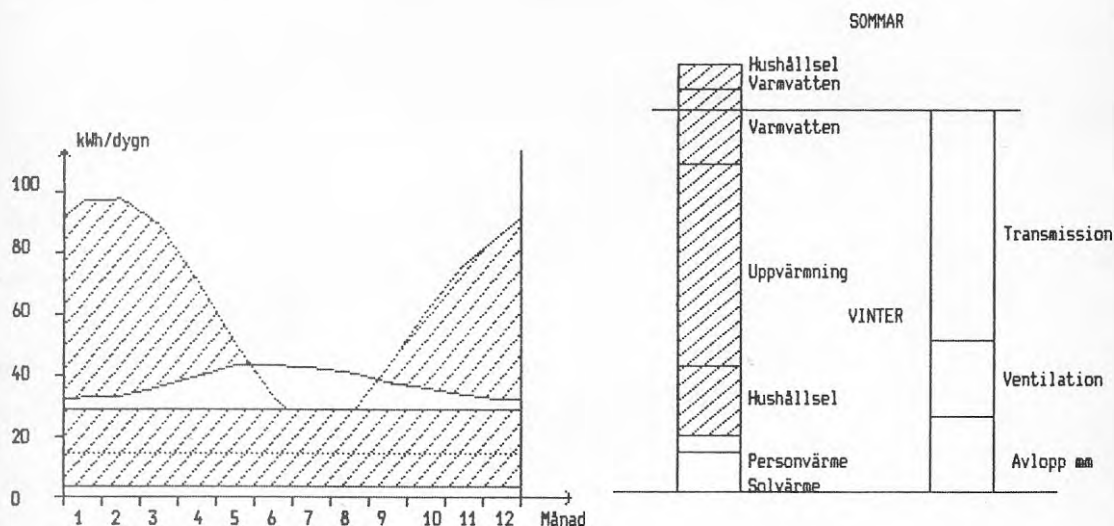
VINTER

Uppvärmning	=	10488
Varmvatten	=	2919
Hushållsel	=	3649
övrigt	=	292
Personvärme	=	949
Nyttig sol	=	1765

SOMMAR

Nyttig sol	=	212
Betald energi	=	2540

SUMMA BETALD ENERGI	=	19888	kWh/år
ELDNINGSSÄSONGENS LÄNGD	=	267	Dygn
DIMENSIONERANDE VÄRMEEFFEKT	=	5.2	kW



Figur 4.4 Beräkningsresultat för referensfallet SBN.

4.4 Utfall av olika strategier exemplifierat på småhus

Några principiellt olika strategier har valts ut för att illustrera hur energibalansen påverkas för ett småhus. Meningen är att i första hand påvisa hur energibehovet förändras kvalitativt, dvs vad som sker med eldningsssäsongens längd, soltillskott genom fönster, temperaturberoende och konstanta energiförluster osv vid olika strategier. Därför har endast en byggnadstyp valts ut, nämligen ett småhus.

I Figur 4.4 visas energibalansen för det hus vars data redovisats i Figur 4.3. Detta är det hus vi valt för att exemplifiera mer energisnåla utformningar. Energiförluster och tillförd energi under vinter och sommar redovisas både i tabellform och i diagram. I figuren anges tre nyckeltal, nämligen summa betald energi, uppvärmningssäsongens längd samt dimensionerande värmeeffekt. Vid utformning av olika strategier är dessa nyckeltal användbara.

Summa betald energi är naturligtvis ett viktigt nyckeltal. För användaren av energi är detta i kombination med energipriset det enda avgörande för energikostnaden. Med differentierade energitaxor är det dessutom viktigt att veta fördelningen av energibehovet mellan dag och natt eller mellan olika tider på året.

När husen görs mer energisnåla minskar uppvärmningsperioden. Den energitillförsel, som behövs för hushållsel, varmvatten mm och som ligger som en mer eller mindre konstant bastillförsel under hela året, se Figur 4.2.b, blir relativt sett mer betydelsefull. En del av denna bastillförsel ger ett minskat behov av uppvärmningsenergi, men ju kortare uppvärmningsperioden är, desto mindre nytta har man av bastillförseln. Uppvärmningssäsongens längd indikerar därför hur betydelsefullt det är att hushålla med bastillförseln av energi.

Dimensionerande värmeeffekt, dvs summan av effektbehovet för varmvatten och uppvärmning, är ett mått på hur stort energibehovet blir under den tid på året då energiförsörjningssystemen är hårdast belastade. Om den dimensionerande värmeeffekten är låg kan topparna i energiproduktionen reduceras och kapaciteten hos energikällor, som ger jämn produktion över året, utnyttjas bättre. Atminstone på medellång sikt, då elproduktionen kommer att vara betydande, har detta stor ekonomisk betydelse. Låg dimensionerande värmeeffekt innebär också att inomhusklimatet störs mindre om tillfälliga avbrott i energitillförseln skulle inträffa. Vidare ger den möjlighet att välja olika alternativa energislag, som normalt ger mindre maximal effekt och är svårare att lagra än olja. Dimensionerande värmeeffekt är därför ett mycket viktigt nyckeltal.

Vi studerar hur energibalansen förändras från utgångsläget om vi gör följande förändringar:

1. Bättre värmeisolering och täthet
2. Frånluftsvärmepump för varmvatten och uppvärmning
3. Sänkt innetemperatur, behovsanpassad ventilation samt minskat varmvatten- och hushållselbehov
4. Utnyttjande av passiv solenergi
5. Kombination av 1 och 3
6. Kombination av 1, 2, 3 och 4

ORT: Stockholm

ENERGIFÖRLUSTER (kWh/År)

VINTER

Transmission	=	5198
Ventilation	=	2773
Avlopp mm	=	3034
Summa förluster	=	11005

TILLFÖRD ENERGI (kWh/År)

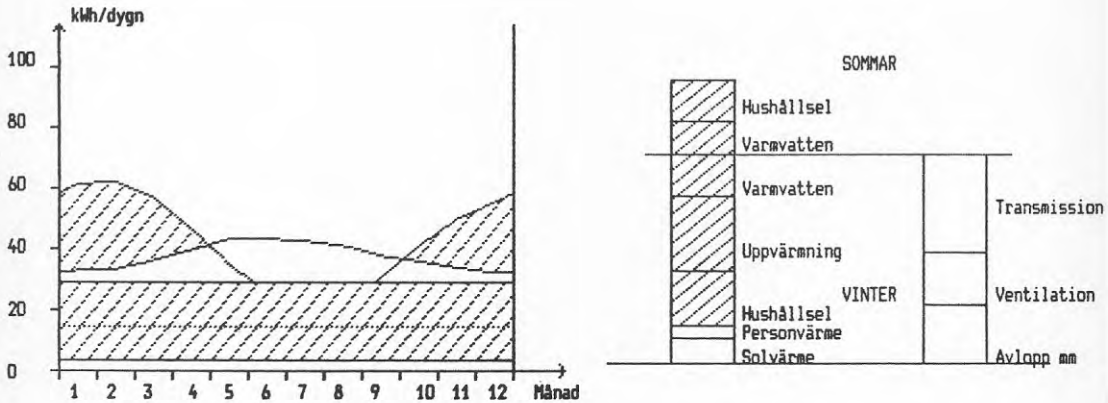
VINTER

Uppvärmning	=	3930
Varmvatten	=	2247
Hushållsel	=	2809
övrigt	=	225
Personvärme	=	730
Nyttig sol	=	1063

SOMMAR

Nyttig sol	=	329
Betald energi	=	4119

SUMMA BETALD ENERGI	=	13330	kWh/År
ELDNINGSSÄSONGENS LÄNGD	=	205	Dygn
DIMENSIONERANDE VÄRMEEFFEKT	=	2.8	kW



Figur 4.5 Beräkningsresultat för fallet bättre värmeisolering och täthet.

4.4.1 Bättre värmeisolering och täthet

Värmeisolering och tätning är exempel på byggnadstekniska åtgärder, vilka utmärks av att de har lång livslängd, normalt densamma som byggnadsstommens. Tekniken är välkänd och effekten är varaktig och oberoende av skötsel och service. Både den beräknade effekten och tilläggskostnaden kan tas fram med stor säkerhet, vilket ger ett gott grepp om lönsamheten. Många undersökningar har visat att beräknad och verklig besparingseffekt stämmer överens, se exempelvis Jonsson m fl (1980). Som diskuterats i kapitel 3 kräver dock konstruktioner med avsevärt bättre isolerförmåga än dagens att köldbryggor studeras noggrant och att konstruktion, materialval, arbetsutförande och kontroll sker med omsorg.

De ändringar i k-värden som gjorts i fallet bättre isolering och täthet framgår nedan.

- | | | | |
|-----------|---------|------|----------------------------------|
| - tak | k-värde | 0.08 | (mot 0.20 W/m ² , °C) |
| - vägg | " | 0.12 | (" 0.30 ") |
| - golv | " | 0.12 | (" 0.30 ") |
| - fönster | " | 1.30 | (" 2.00 ") |
| - dörr | " | 0.60 | (" 1.00 ") |
- ofrivillig ventilation sänkt från 0.1 till 0 omsättningar per timme.

I övrigt har inget ändrats jämfört med referensfallet. Med mineralull som isolering svarar k-värdena mot ca 50 cm i tak och ca 35 cm i vägg och golv. Fönstrens k-värde är möjligt att uppnå med tre glas, om strålningsreducerande ytbeläggning används.

Figur 4.5 visar resultatet av beräkningarna. Summa betald energi har reducerats med 6558 kWh, och uppvärmningsenergin med hela 63%. Uppvärmningssäsongen har minskat så att den endast utgör 56 % av året. Sommarsäsongen utgör således hela 44%, vilket visar att det är viktigt att minska på bastillförseln, dvs varmvatten och hus-hållsel.

Både transmissionsförlusterna och ventilationsförlusterna har minskat kraftigt. Detta beror främst på att klimatskalet har förbättrats. Dessutom erhålls en minskning, som egentligen inte är reell utan bara beror på redovisnings sättet. Vi har valt att endast redovisa energiförluster som inträffar under uppvärmningssäsongen. De redovisade energiförlusterna ändras därför också om eldnings-säsongens längd ändras.

Också förluster genom avlopp mm har minskat, vilket enbart beror på att uppvärmningssäsongens längd har reducerats. Detsamma gäller alla poster tillförd energi under vintern. Nyttiggjord total solinstrålning och nyttiggjord total personvärme under hela året har dessutom minskat, eftersom man i stort sett inte kan tillgoda-göra sig dessa under sommarperioden. (Posten nyttig sol under som-mar, som redovisas i tabellen, är de två triangelformade ytorna som man får om man drar räta linjer ned från de två "spetsarna" på den skuggade uppvärmningsenergin. Om man inte hade någon nyttig sol under sommaren skulle uppvärmningsenergin i detta fall vara 329 kWh större.)

ORT: Stockholm

ENERGIFÖRLUSTER (kWh/år)

VINTER

Transmission	=	12130
Ventilation	=	3991
Avlopp mm	=	3649
Summa förluster	=	19770

TILLFÖRD ENERGI (kWh/år)

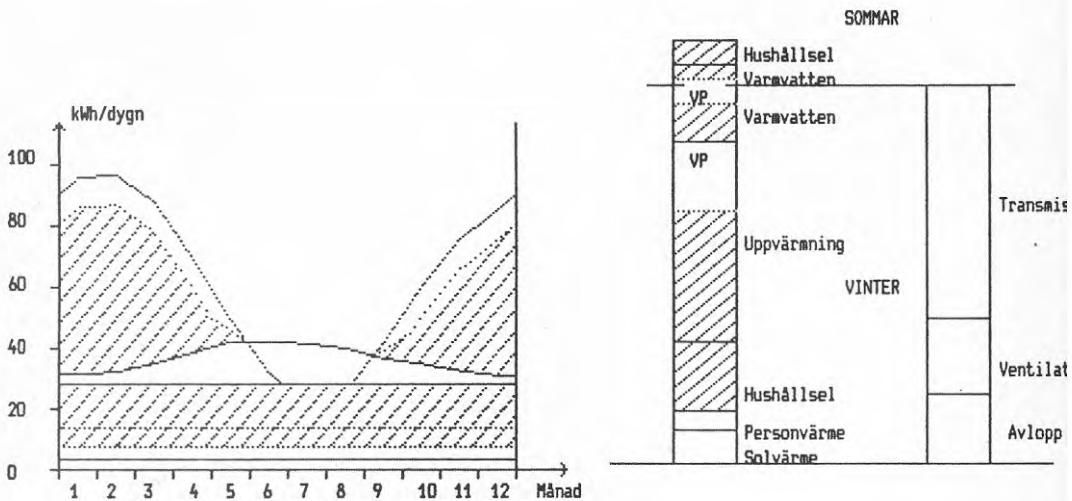
VINTER

Uppvärmning	=	10488
Varmvatten	=	2919
Hushållsel	=	3649
övrigt	=	0
Personvärme	=	949
Nyttig sol	=	1765

SOMMAR

Nyttig sol	=	212
Betald energi	=	2432

BESPARING pga VÄRMEPUMP	=	4967	kWh/år
SUMMA BETALD ENERGI	=	14521	kWh/år
ELDNINGSSÄSONGENS LÄNGD	=	267	Dygn
DIMENSIONERANDE VÄRMEEFFEKT	=	4.5	kW



Figur 4.6 Beräkningsresultat för fallet frånluftsvärmepump för varmvatten och uppvärmning.

Det som framför allt utmärker fallet bättre isolering och täthet förutom den stora energibesparingen är att den dimensionerande värmeeffekten har minskat kraftigt, från 5.2 till 2.8 kW, vilket har stor betydelse i enlighet med diskussionen ovan. En förbättrad klimatskärm sparar mest energi under årets kallaste dag.

4.4.2 Frånluftsvärmepump för varmvatten och uppvärmning

Denna åtgärd är av installationsteknisk natur. Sådana kräver vanligtvis regelbunden tillsyn och skötsel för att besparingseffekten skall kunna bibehållas. Jämfört med värmeisolering och andra byggnadstekniska åtgärder är livslängden mindre, varför man får flera tillfällen under byggnadens livslängd att byta ut värmepumpen mot en modernare och mer effektiv. De praktiska erfarenheterna av frånluftsvärmepumparna är ännu rätt begränsade, men värmekällan, frånluften, håller en jämn och hög temperatur, vilket ger förutsättningar för en god effektivitet.

Den enda skillnaden mot referensfallet är att en frånluftsvärmepump dessutom används. En årsvärmefaktor på 2.3 har använts. Besparingseffekten har reducerats med hänsyn till praktisk drift i enlighet med den av planverket angivna beräkningsmetoden. Täckningsgraden antas vara 60%, dvs 40% tillsatsenergi fordras. I framtiden kan man förvänta sig värmepumpar med betydligt bättre funktion. Beräkningar av effekten av sådana värmepumpar görs i kapitel 5.

Beräkningsresultat visas i Figur 4.6. Ventilationsförlusterna från byggnaden sänks genom att ventilationsluften kyls innan den lämnar byggnaden. I figuren har detta redovisats på följande sätt. Förlusterna har i figuren ej förändrats gentemot referensfallet, utan besparingen pga värmepumpen har i stället markerats genom att de skuggade areorna för varmvatten och uppvärmning reducerats.

Summa betald energi har reducerats med 5367 kWh. Uppvärmningssäsongens längd är oförändrad.

För fallet frånluftsvärmepump för varmvatten och värme förändras inte den dimensionerande värmeeffekten särskilt mycket, från 5.2 till 4.5 kW. Besparingarna är tämligen jämnt fördelade över året, men är lägre sommartid. Under årets kallaste dag sparar en värmepump inte mer än under andra vinterdagar, till skillnad från en bättre klimatskärm.

4.4.3 Sänkt innetemperatur, behovsanpassad ventilation samt minskat varmvatten- och hushållselbehov.

Denna strategi kan genomföras med enbart tekniska hjälpmedel, som utrustning för dygns- och rumsstyrning av temperatur och ventilation, vattenbesparande armatur och energisnåla hushållsapparater och belysningsarmaturer. Förmodligen behövs dessutom en positiv inställning till energihushållning hos brukarna.

För mycket energimedvetna brukare kan strategin genomföras utan tekniska hjälpmedel, men om besparingsresultatet då blir bestående

ORT: Stockholm

ENERGIFÖRLUSTER (kWh/år)

VINTER

Transmission	=	11356
Ventilation	=	2989
Avlopp mm	=	2435
Summa förluster	=	16780

TILLFÖRD ENERGI (kWh/år)

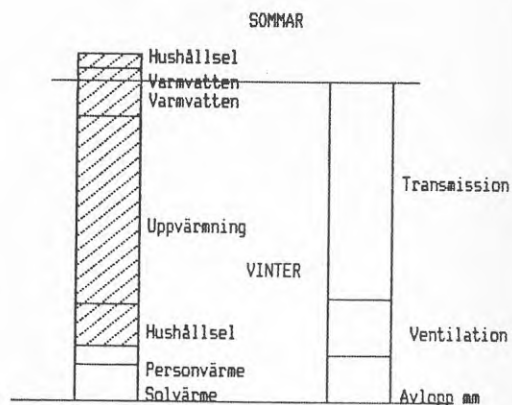
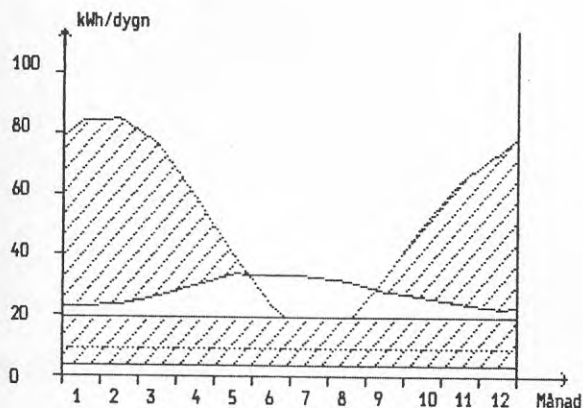
VINTER

Uppvärmning	=	9948
Varmvatten	=	1808
Hushållsel	=	2169
övrigt	=	193
Personvärme	=	940
Nyttig sol	=	1721

SOMMAR

Nyttig sol	=	255
Betald energi	=	1597

SUMMA BETALD ENERGI	=	15715	kWh/år
ELDNINGSSÄSONGENS LÅNGD	=	264	Dygn
DIMENSIONERANDE VÄRMEEFFEKT	=	5.0	kW



Figur 4.7 Beräkningsresultat för fallet sänkt innetemperatur, behovsanpassad ventilation samt minskad varmvatten- och hushållselförbrukning.

är mycket tveksamt. Under oljekrisen 1973-74 gick landets energiförbrukning ned temporärt, bl a därför att beteendet ändrades mot ökat energisparande. Mindre än ett år senare var man dock tillbaka till samma nivå som tidigare. Endast ett mycket högt energipris eller brist på energi kan ge bestående besparingar genom ändringar i brukarbeteendet. I längden är det därför bättre att exempelvis spara varmvatten genom att utnyttja tekniska lösningar som sänkt varmvattentemperatur, sänkt vattentryck och snålspolande armatur.

Jämfört med referensfallet har följande indata ändrats:

- innetemperatur	19.0 °C	(mot 20.0)
- hushållselbehov	3000 kWh/år	(mot 5000)
- varmvattenbehov	2500 kWh/år	(mot 4000)
- fläkt avstängd	8 h/dygn	(mot 0)

När frånluftsfläkten är avstängd antas den ofrivilliga ventilationen vara dubbelt så stor som när den är påslagen, 0.2 mot 0.1 oms/h. Ventilationen får inte minskas så mycket att det uppstår problem med t ex fukt.

Figur 4.7 visar resultat från beräkningarna. Summa betald energi har reducerats med 4173 kWh, medan uppvärmningsenergin endast har reducerats med 5%. Det sistnämnda är vid första anblicken förvånande med hänsyn till den sänkta innetemperaturen och den reducerade ventilationen. Men samtidigt som förlusterna vintertid har minskat har också bastillförseln och därmed "gratisenergin" minskat. Uppvärmningsenergin, som är skillnaden mellan förlusterna och gratisenergin, reduceras därför endast obetydligt.

Inte heller i detta fall reduceras den dimensionerande värmeeffekten särskilt mycket. Egentligen kan man kanske inte räkna med någon reduktion alls, åtminstone inte i de fall besparingarna uppnåtts huvudsakligen genom ändrat beteende.

4.4.4 Utnyttjande av passiv solenergi

Man utnyttjar passiv solenergi med hjälp av byggnadens naturliga solfångare, fönstren, och eventuellt med andra komponenter som växthus, inglasade balkonger eller inglasade gårdar. Om strategin drivs långt måste man förse byggnaden med någon form av värmelager, antingen ett separat lager eller ett som integreras med byggnadstommen. Husens regleringsystem måste utformas med omsorg och man måste projektera husen så att önskade övertemperaturer sommartid undviks.

Även i vanliga hus, som inte är tänkta som passiva solhus, har solinstrålningen genom fönster stor betydelse. Vårt referenshus är inte alls projekterat för att tillvarata solinstrålning, men det är av intresse att se vad som händer i ett helt vanligt hus om vi orienterar fönsterna åt olika väderstreck samt placerar huset skuggigt eller soligt.

Referenshuset har redan en gynnsam fönsterorientering med 40% av fönstren mot söder, 25% åt öster och väster och 10% åt norr. Det har antagits att skuggning pga andra byggnader och träd mm reduce-

rar solinstrålningen till 60% av den teoretiskt möjliga, vilket uttrycks med en skuggningsfaktor, som då får värdet 0.60. Vi jämför följande två fall med referensfallet:

- a. Lika stor fönsterarea åt alla väderstreck. Skuggningsfaktor 0.30.
- b. Samma fönsterorientering som referensfallet. Skuggningsfaktor 1.00, dvs helt oskuggat hus.

Figurerna 4.8 och 4.9 visar resultat från beräkningarna. Om vi jämför fallet b med fallet a så finner vi att

- Betald energi har minskat med 2084 kWh/år (och nyttig sol har ökat med samma belopp)
- Uppvärmningsperioden har minskat med 36 dagar
- Uppvärmningsenergin har minskat med 18%

För hus som är speciellt projekterade för att tillvarata passiv solenergi kan skillnaderna bli ännu något större. Det är därför väsentligt att alltid beakta möjligheterna att tillvarata passiv solenergi. Eftersom solinstrålningen är minst vintertid minskar dock den möjliga besparingen för hus som har mycket låga värmebehov. Sådana hus behöver ju inte värmas upp annat än mitt på vintern. Men även om tillgodogjord passiv solinstrålning då inte är så stor i absoluta tal, kan den täcka en stor del av energibehovet i energisnåla hus.

Den dimensionerande värmeeffekten reduceras naturligtvis inte alls. Man kan inte räkna med att solen kommer att skina när det är som kallast.

4.4.5 Bättre värmeisolering och tätning samt sänkt innetemperatur, behovsanpassad ventilation och minskad varmvatten- och hushållselbehov.

Det finns goda förutsättningar att få mycket låg energiförbrukning genom att kombinera åtgärder som minskar de temperaturberoende förlusterna med hushållning av bastillförseln. I det tidigare beskrivna fallet "bättre värmeisolering och täthet" var bastillförseln helt dominerande (71% av den totalt betalda energin !) och sommarperioden var lång (44% av året). Det borde därför ge god effekt att kombinera strategierna i 4.4.1 och 4.4.3.

Från referensfallet görs således de ändringar i indata som beskrivits i 4.4.1 och 4.4.3.

Figur 4.10 visar resultat från beräkningarna. Summa betald energi har nu reducerats med hela 10585 kWh. Uppvärmningsenergin har reducerats med 66%. Jämfört med fallet "bättre värmeisolering och täthet" är uppvärmningssäsongens längd lika stor och sommarperioden utgör 44% av året.

En jämförelse mellan detta fall och referensfallet är intressant att göra. För huset enligt Figur 4.10 är såväl den årliga energiförbrukningen som den dimensionerande värmeeffekten mindre än

ORT: Stockholm

ENERGIFÖRLUSTER (kWh/år)

VINTER

Transmission	=	12301
Ventilation	=	4048
Avlopp mm	=	4065

Summa förluster = 20414

TILLFÖRD ENERGI (kWh/år)

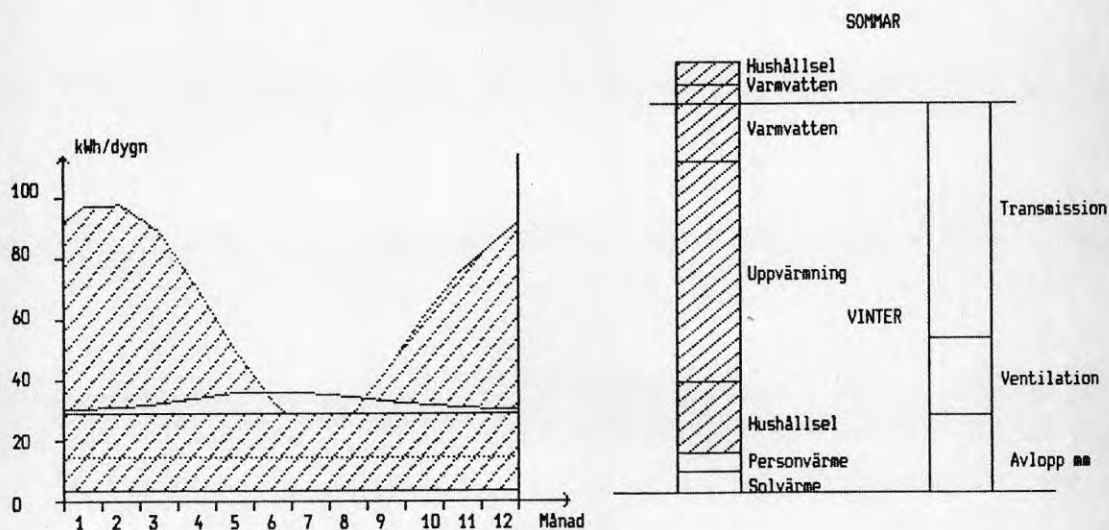
VINTER

Uppvärmning	=	11563
Varmvatten	=	3011
Hushållsel	=	3764
övrigt	=	301
Personvärme	=	979
Nyttig sol	=	796

SOMMAR

Nyttig sol	=	107
Betald energi	=	2323

SUMMA BETALD ENERGI = 20963 kWh/år
 ELDNINGSSÄSONGENS LÄNGD = 275 Dagn
 DIMENSIONERANDE VÄRMEEFFEKT = 5.2 kW



Figur 4.8 Beräkningsresultat för fallet ogynnsam fönsterorientering och skuggigt läge.

ORT: Stockholm

ENERGIFÖRLUSTER (kWh/År)

VINTER

Transmission	=	11451
Ventilation	=	3768
Avlopp mm	=	3533
Summa förluster	=	18751

TILLFÖRD ENERGI (kWh/År)

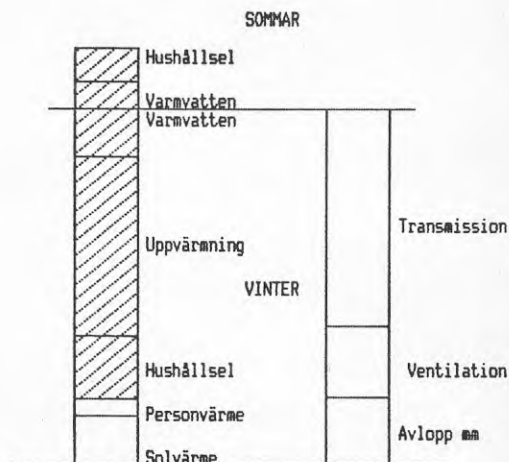
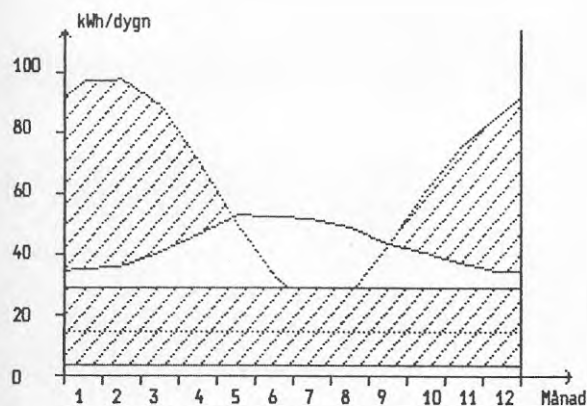
VINTER

Uppvärmning	=	9479
Varmvatten	=	2617
Hushållsel	=	3272
övrigt	=	262
Personvärme	=	851
Nyttig sol	=	2271

SOMMAR

Nyttig sol	=	715
Betald energi	=	3249

SUMMA BETALD ENERGI	=	18879	kWh/År
ELDNINGSSÄSONGENS LÄNGD	=	239	Dygn
DIMENSIONERANDE VÄRMEEFFEKT	=	5.2	kW



Figur 4.9 Beräkningsresultat för fallet gynnsam fönsterorientering och soligt läge.

ORT: Stockholm

ENERGIFÖRLUSTER (kWh/år)

VINTER

Transmission	=	4893
Ventilation	=	1741
Avlopp mm	=	1886
Summa förluster	=	8520

TILLFÖRD ENERGI (kWh/år)

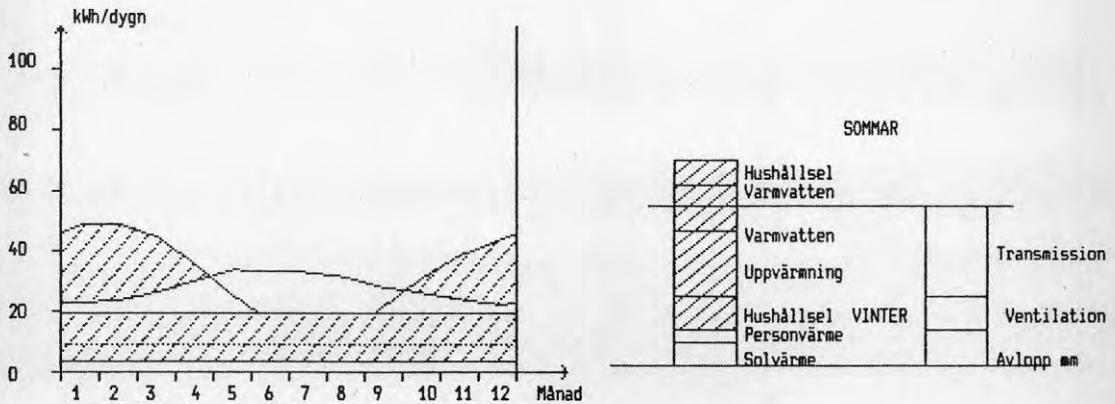
VINTER

Uppvärmning	=	3536
Varmvatten	=	1400
Hushållsel	=	1681
övrigt	=	150
Personvärme	=	728
Nyttig sol	=	1025

SOMMAR

Nyttig sol	=	388
Betald energi	=	2536

SUMMA BETALD ENERGI	=	9303	kWh/år
ELDNINGSSÄSONGENS LÄNGD	=	205	Dygn
DIMENSIONERANDE VÄRMEEFFEKT	=	2.5	kW



Figur 4.10 Beräkningsresultat för fallet bättre värmeisolering och täthet, sänkt innetemperatur, behovsanpassad ventilation samt minskad varmvatten- och hushållselförbrukning.

ORT: Stockholm

ENERGIFÖRLUSTER (kWh/år)

VINTER

Transmission	=	4505
Ventilation	=	1603
Avlopp mm	=	1538
Summa förluster	=	7646

TILLFÖRD ENERGI (kWh/år)

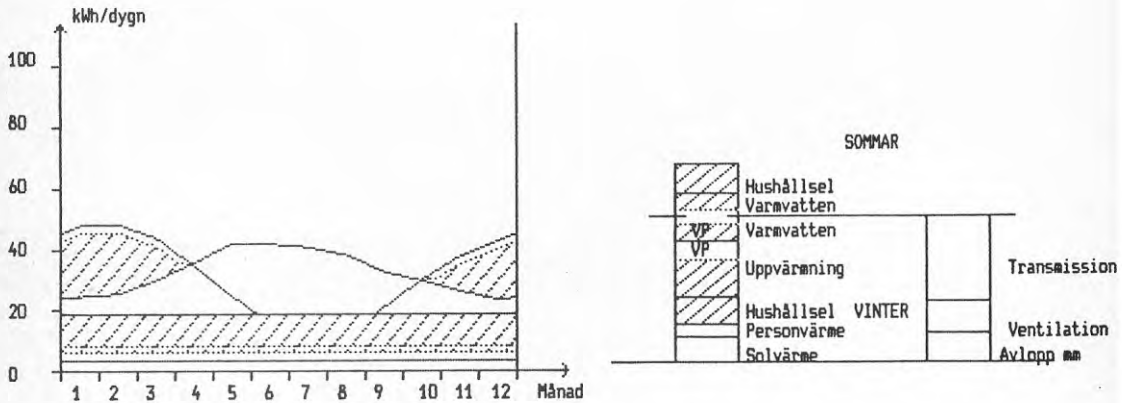
VINTER

Uppvärmning	=	2950
Varmvatten	=	1241
Hushållsel	=	1489
övrigt	=	0
Personvärme	=	645
Nyttig sol	=	1321

SOMMAR

Nyttig sol	=	678
Betald energi	=	2771

BESPARING pga VÄRMEPUMP	=	1869	kWh/år
SUMMA BETALD ENERGI	=	6581	kWh/år
ELDNINGSSÄSONGENS LÄNGD	=	181	Dygn
DIMENSIONERANDE VÄRMEEFFEKT	=	2.1	kw



Figur 4.11 Beräkningsresultat för totalkombinationen.

hälften av referenshusets. Energiförbrukningen är endast 9303 kWh/år och den dimensionerande värmeeffekten 2.5 kW. Motsvarande siffror för referenshuset är 19888 kWh/år resp 5.2 kW.

4.4.6 Totalkombinationen

Detta är ett beräkningsfall, där alla de ovanstående fallen kombineras, utan hänsyn till om det är en lämplig kombination eller inte. Fallet omfattar således bättre värmeisolering och täthet, frånluftsvärmepump för varmvatten och uppvärmning, sänkt innetemperatur, behovsanpassad ventilation, minskat varmvatten- och hushållselbehov samt utnyttjande av passiv solenergi. När man utformar hus på detta sätt måste man absolut göra en noggrann studie av sommarfallet. Det finns en klar risk för att man annars försummar att gardera sig mot för höga temperaturer sommartid. Solskydd behövs i någon form.

Från referensfallet görs alla ändringar som beskrivits i 4.4.1 till 4.4.4.

Figur 4.11 visar resultat från beräkningarna. Summa betald energi är nu endast 6581 kWh/år. Eldningssäsongen är lika lång som den period då uppvärmning inte behövs. Besparingen av värmepumpen är rätt liten främst därför att frånluftsmängden reducerats starkt.

4.4.7 Sammanfattning av beräkningsresultaten

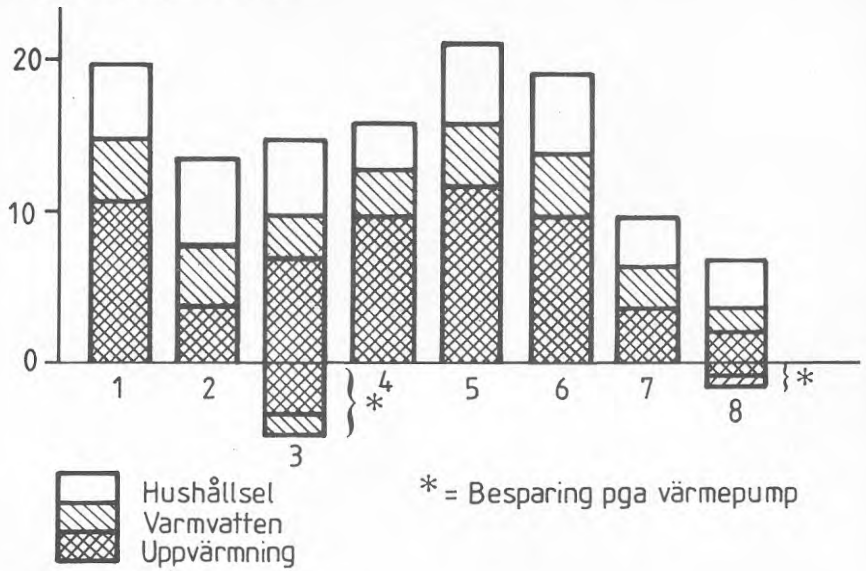
De viktigaste beräkningsresultaten sammanfattas i figur 4.12

Betald energi redovisas uppdelad på energibehov för uppvärmning, varmvatten och hushållsel. För fallen med frånluftsvärmepump, fall 3 resp 8, anges besparingen med stapeln under noll-linjen. Besparingen uppnås här genom minskat bruttobehov av energi, dels för varmvatten, dels för uppvärmning. Ovanför noll-linjen visas således behovet av nettoenergi, medan hela stapeln visar behovet av bruttoenergi.

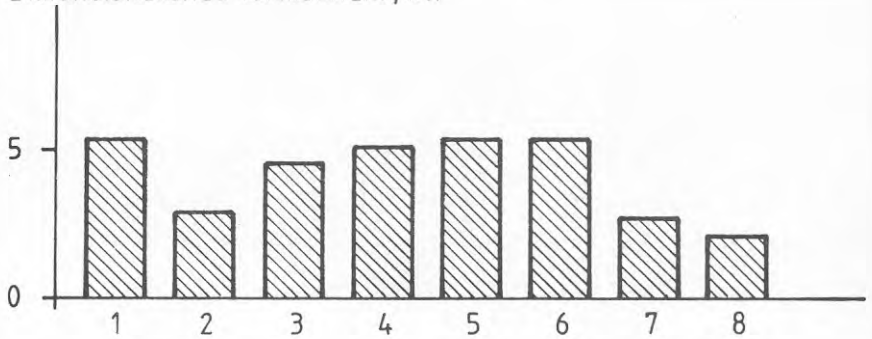
Den dimensionerande värmeeffekten är ungefär lika för fem av fallen. För de tre fallen där klimatskalet förbättrats har den dimensionerande värmeeffekten sänkts med mer än 50 %.

För de lönsamhetsberäkningar, som redovisas i nästföljande avsnitt, har hänsyn endast tagits till energibesparingen, ej till att den dimensionerande värmeeffekten kan minskas för de fall där klimatskalet förbättrats.

Betald energi, MWh/år



Dimensionerande värmeeffekt, kW



1. Referensfall SBN-80.
2. Bättre värmeisolering och täthet.
3. Frånluftsvärmepump för varmvatten och uppvärmning.
4. Sänkt innetemperatur, behovsanpassad ventilation samt minskad varmvatten- och hushållselförbrukning.
5. Ogynnsam fönsterorientering, skuggigt läge.
6. Gynnsam fönsterorientering, soligt läge.
7. Kombination av 2 och 4.
8. Kombination av 2, 3, 4 och 6.

Figur 4.12 Sammanfattning av beräkningsresultaten.

5 FRAMTIDA ENERGIBEHOV

5.1 Bostäder

5.1.1 Byggnadsdata för bostadshus

Byggnadsdata för småhus och flerbostadshus redovisas i det följande för hus byggda 1983. Grundläggande data har erhållits ur låneobjektstatistik för hus som erhållit preliminärt beslut om statliga lån under 1982. Uppgifterna är otillräckliga när det gäller att bestämma vissa data. För flerbostadshus redovisas t ex endast totalt antal lägenheter i hus med olika antal våningar. Ett material från HSB har därför använts för att bestämma karaktäristiska bredder för flerbostadshusen, liksom genomsnittligt antal lägenheter per hus. Med dessa värden kan man räkna fram antal hus, bredd, medelängd m m i byggnader med olika antal våningar.

För småhusen har karaktäristiska husbredder tagits fram för olika typer av småhus från kataloger och ritningar liksom t ex uppgifter om hur stor del av hela bostadsytan som ligger i överplanet i ett 1 1/2-planshus. Med uppgifter om medelytor i gruppbyggda och styckebyggda småhus kan man även här ta fram genomsnittsvärden på byggnadsdata.

Motsvarande uppgifter för bostadshus byggda 1976 till 1981 har också tagits fram ur SCBs statistik beträffande inflyttningsfärdiga hus under åren 76-81. Dessa uppgifter, som inte redovisas här, har enbart använts för att kontrollera att beräknade energibehov överensstämmer med verkliga behov enligt SCBs energistatistik.

Typhus

På följande sidor redovisas data för typhus erhållna ur SCBs låneobjektsstatistik.

Vi har använt 18 typer av småhus och 5 typer av flerbostadshus. De 18 typerna av småhus är:

gruppbyggda	1, 1 1/2 och 2-plan med/utan källare friliggande/radhus
styckebyggda	1, 1 1/2 och 2-plan med/utan källare

De 5 typerna av flerbostadshus är på 2, 3, 4, 5 och 8 våningar, alla med källare.

I bilaga A redovisas ytterligare data för typhusen.

Småhus

Husbredder:	Radhus	1	plan	b = 8,1 m
	- " -	1 1/2	plan	b = 8,5 m
	- " -	2	plan	b = 7,6 m
	Friliggande	1	plan	b = 7,7 m
	- " -	1 1/2	plan	b = 7,8 m
	- " -	2	plan	b = 7,1 m

Bostadsytor:	Grupphus:	106,8 m ²
	Styckebyggda:	127,3 m ²

I 1 1/2-plans ligger 39,8 % av bostadsytan i övre planet.

Fönsterareor: Friliggande hus: 15 % av våningsytan
(Källare: 5 % av väggarean)

Radhus: 20 % av väggarean
(Källare: 7 % av väggarean)

1 1/2-planshus: 4 m² i gavelspetsen

"Skrynklighetsfaktor": Med hänsyn till saxade huskroppar, burspråk, indragna balkonger o d räknas väggytor, (och därmed även fönsterytor) om med "skrynklighetsfaktorn" 1,05. Omkretsen ökas alltså med 5 % jämfört med rektangulär form.

Flerbostadshus

Husbredder:	2 vånings	b = 10 m
	3 - " -	b = 11 m
	4 - " -	b = 11 m
	5 - " -	b = 11 m
	8 - " -	b = 12 m

Antal lägenheter/hus:	2 - " -	8 läg/hus
	3 - " -	18 läg/hus
	4 - " -	24 läg/hus
	5 - " -	20 läg/hus
	8 - " -	32 läg/hus

Ytor: 75 m² bostadslägenhetsyta per lägenhet
Uppvärm area = 90 m²

Fönsterareor: Våningsplan 20 % av väggarean (inkl fönster)
Källare 7 % av väggarean (- " -)

"Skrynklighetsfaktor": Lika som för småhus = 1,05

5.1.2 Beräkningsförutsättningar

Klimatdata

Solinstrålning: Värden för Stockholm enligt Källblad/Adamsson (1984)

Utetemperaturer: Medel-Sverige

Medel-Sverige innebär att energibalans beräknas med utetemperaturer som utgör medelvärden, beräknade med hänsyn till antal hus i olika klimatzoner. Beräkningarna grundas på uppgifter för hela bostadsbeståndet enligt SCBs energistatistik.

Det bör anmärkas att Medel-Sverige är betydligt kallare än Stockholm. Månadsmedeltemperaturerna ligger genomgående 0,5 °C under Örebros värden. Följande månadsmedelvärden har använts:

Månad	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Normalår	-4,5	-4,4	-1,5	4,0	9,9	14,1	16,6	15,1	10,6	5,5	1,2	-1,5

Data som inte varierar

Personvärme, helår: Flerbostadshus 1000 kWh/låg

Småhus 1300 kWh/låg

Utnyttjas till 100 % när värmebehov föreligger

Luftomsättning: Flerbostadshus

System F 0,5 + 0,1 oms/h

System FT 0,5 + 0,2 oms/h

(0,1 - 0,2 är infiltration inkl fönstervädring. Infiltrationen har varierats i två fall, E och F enligt 5.1.3).

Småhus

System F 0,5 + 0 oms/h

System FT 0,5 + 0,1 oms/h

Fönsterorientering: Bostadsytor:

Gynnsam orientering = 40 / 25 / 25 / 10 %
mot S / O / V / N

Källare:

Lika fördelning = 25 / 25 / 25 / 25 %
mot S / O / V / N

5.1.3 Studerade alternativ

Beräkningar har genomförts för olika kombinationer av byggnads- och installationsalternativ med olika brukarberoende värden.

Samtliga alternativ 1-A till 6-F enligt nedanstående uppställning har studerats.

Byggnadstekniska alternativ

k-värden för omslutningsytor ($W/m^2 \cdot ^\circ C$):

1.	Tak	0,20	vägg	0,30	fönster	2,00	golv	0,30
2.	Tak	0,12	vägg	0,30	fönster	2,00	golv	0,30
3.	Tak	0,12	vägg	0,30	fönster	1,50	golv	0,30
4.	Tak	0,12	vägg	0,17	fönster	2,00	golv	0,30
5.	Tak	0,12	vägg	0,17	fönster	1,50	golv	0,30
6.	Tak	0,10	vägg	0,12	fönster	1,00	golv	0,12

Installationstekniska alternativ

De installationstekniska alternativen har använts tillsammans med brukarberoende värden med samma bokstavsbe-
teckning, se nedan.

- A. Frånluftsventilation utan återvinning.
- B. Balanserad ventilation med värmeväxlare. $\eta = 60 \%$
- C. Frånluftsvärmepump för rumsuppvärmning och varmvattenberedning. Pumpen producerar 60 % av värmeenergin.
Årsvärmefaktor $\emptyset = 2,3$.
- D. Lika C men hushålls- och varmvattenenergi sänks.
- E. Frånluftsvärmepump som producerar 100 % av värmeenergin.
Årsvärmefaktor $\emptyset = 3,0$. Ytterligare sänkt energibehov för hushållsel och varmvatten samt sänkt rumstemperatur.
- F. Lika E men med FTX-ventilation med systemverkningsgrad $n = 100 \%$.

Vid alternativ E och F förutsätts dessutom att husen gjorts så täta att infiltrationen = 0 och att husen placerats så att de är helt oskuggade och utan horisontavskärmning.

Brukarberoende värden

Vid beräkningarna har energibehovet för varmvatten antagits på sikt minska genom införande av vattensnåla armaturer o d. Behovet av hushållsel har också antagits sjunka genom att elapparater görs mer effektiva. Även rumstemperaturerna har antagits bli lägre som en följd av förbättrade reglersystem och bättre termiskt inomhusklimat till följd av ändrad klimatskärm och utvecklade ventilationssystem. Följande årsmedelvärden har använts vid beräkningarna:

Installations- tekniskt alternativ	Flerbostadshus			Småhus		
	Rums- temp °C	Hushålls- el kWh/läg	Varm- vatten kWh/läg	Rums- tem- °C	Hushålls- el kWh/läg	Varm- vatten kWh/läg
A	21.5	3000	3000	20.0	5000	4000
B	21.5	3000	3000	20.0	5000	4000
C	21.5	3000	3000	20.0	5000	4000
D	21.5	2000	2000	20.0	4000	3000
E	20.0	2000	2000	19.0	3000	2500
F	20.0	2000	2000	19.0	3000	2500

5.1.4 Beräknade energibehov

Energiberäkningarna har utförts med planverkets datorprogram "Enorm", se avsnitt 4.3. Värmepumpar beräknas med metod som tagits fram i samarbete mellan planverket och Statens provningsanstalt.

För hus byggda 1983 beräknas energibehov först med dagens minimikrav enligt SBN 1980. Därefter beräknas energibehov stegvis för olika alternativ med förbättrad klimatskärm i kombination med åtgärder för återvinning av värme ur frånluften. Beteckningen 1-A motsvarar dagens krav enligt SBN. 4-B svarar mot dagens krav på ett direkteluppvärmt småhus. 5-C eller 5-D är de framtida alternativ som erhålls med hög isolergrad, fönster med selektiva skikt eller liknande och med frånluftsvärmepump som både värmer tappvarmvatten och bidrar till rumsuppvärmningen. 6-E och 6-F är alternativ som förutsätter utveckling av nya apparater och styrsystem. De är därmed aktuella först längre fram i tiden.

Samtliga byggnadstekniska alternativ 1-6 har kombinerats med installationsalternativen A-F varefter energibalans under normalår beräknats.

Exempel på datorberäkningar återfinns i bilaga B.

Vid beräkningarna erhålls först "nettobehov" av energi, vilket närmast motsvarar direkteluppvärmning. Där värden för vattenburen värme anges har värmeenergin ökats med 5 %. Detta motsvarar då uppmätt energi inom huset utan hänsyn till kulvertförluster och förluster i eldistributionsnätet.

I tabell 5:1 redovisas årligt energibehov i kWh/m² uppvärmd area. Alternativen 3-B och 5-C bedöms vara representativa för den kommande tioårsperioden. För småhusen är den uppvärmda arean lika med bostadslägenhetsytan (enligt äldre nomenklatur).

Redovisningen omfattar dels värmeenergi (uppvärmning och varmvatten) dels elenergi (hushållsförbrukning, fläktenergi och eventuell drivenergi för frånluftsvärmepump).

I tabell 5:2 återfinns motsvarande värden per lägenhet i småhus respektive flerbostadshus.

Tabell 5.1 Bostadshus. Energibehov i kWh/m² uppvärmd area och år (exkl källare). Värmeenergi + hushållsel (exkl drivenergi) = Totalt behov. Direktelvärm i småhus, vattenburen värme i flerbostadshus. Medel-Sveriges normalår. Alternativ enligt avsnitt 5.1.3.

Isoler- alt	Hustyp	Installationsalternativ A-D (se avsnitt 5.1.3)			
		A	B	C	D
1	Småhus, friligg	128+43 = 171	113+43 = 156	51+72 = 123	50+64 = 114
	"-", radhus	107+56 = 163	92+56 = 148	43+80 = 123	41+68 = 109
	Flerbost, 2 vån	132+37 = 169	111+37 = 148	53+66 = 119	51+54 = 105
	"-", 3 vån	120+37 = 157	98+37 = 135	48+63 = 111	46+50 = 96
	"-", 4 vån	116+37 = 153	95+37 = 132	46+62 = 108	45+50 = 95
	"-", 5 vån	117+37 = 154	96+37 = 133	47+62 = 109	45+50 = 95
	"-", 8 vån	112+37 = 149	91+37 = 128	45+61 = 106	43+49 = 92
2	Småhus, friligg	119+43 = 162	104+43 = 147	48+70 = 118	46+61 = 107
	"-", radhus	101+56 = 157	86+56 = 142	40+78 = 118	38+66 = 104
	Flerbost, 2 vån	127+37 = 164	105+37 = 142	51+64 = 115	49+52 = 101
	"-", 3 vån	116+37 = 153	95+37 = 132	46+62 = 108	45+50 = 95
	"-", 4 vån	113+37 = 150	92+37 = 129	45+61 = 106	44+49 = 93
	"-", 5 vån	115+37 = 152	94+37 = 131	46+61 = 107	44+49 = 93
	"-", 8 vån	111+37 = 148	90+37 = 127	44+60 = 104	43+48 = 91
3	Småhus, friligg	110+43 = 153	95+43 = 138	44+68 = 112	43+59 = 102
	"-", radhus	94+56 = 150	80+56 = 136	38+76 = 114	36+65 = 101
	Flerbost, 2 vån	118+37 = 155	97+37 = 134	47+62 = 109	46+50 = 96
	"-", 3 vån	108+37 = 145	87+37 = 124	43+60 = 103	42+48 = 90
	"-", 4 vån	106+37 = 143	85+37 = 122	42+59 = 101	41+47 = 88
	"-", 5 vån	107+37 = 144	86+37 = 123	43+59 = 102	41+47 = 88
	"-", 8 vån	103+37 = 140	83+37 = 120	41+59 = 100	39+46 = 85
4	Småhus, friligg	109+43 = 152	95+43 = 138	44+68 = 112	42+59 = 101
	"-", radhus	96+56 = 152	81+56 = 137	38+77 = 115	36+65 = 101
	Flerbost, 2 vån	118+37 = 155	97+37 = 134	47+62 = 109	46+50 = 96
	"-", 3 vån	108+37 = 145	87+37 = 124	43+60 = 103	42+48 = 90
	"-", 4 vån	105+37 = 142	85+37 = 122	42+59 = 101	40+47 = 87
	"-", 5 vån	107+37 = 144	86+37 = 123	43+59 = 102	41+47 = 88
	"-", 8 vån	103+37 = 140	82+37 = 119	41+58 = 99	39+46 = 85
5	Småhus, friligg	100+43 = 143	86+43 = 129	40+65 = 105	39+57 = 96
	"-", radhus	89+56 = 145	75+56 = 131	36+75 = 111	34+63 = 97
	Flerbost, 2 vån	109+37 = 146	85+37 = 122	44+60 = 104	42+48 = 90
	"-", 3 vån	101+37 = 138	80+37 = 117	40+58 = 98	38+46 = 84
	"-", 4 vån	98+37 = 135	78+37 = 115	39+57 = 96	37+45 = 82
	"-", 5 vån	98+37 = 135	78+37 = 115	39+57 = 96	38+45 = 83
	"-", 8 vån	95+37 = 132	75+37 = 112	39+57 = 95	36+44 = 80

Tabell 5:2. Bostadshus. Energibehov kWh per lägenhet (exkl källare) under Medel-Sveriges normalår. Alternativ enligt avsnitt 5.1.3.

Energialternativ Hustyp	00.000 = Totalt energibehov (00.000) = varav värme (inkl drivenergi)		
	Alt 1-A	Alt 3-B	Alt 5-C
1. Småhus, friliggande ua 126 m ² 1 läg	21.597 (16.197)	17.429 (12.029)	13.262 (8.262)
2. Småhus, radhus ua 96 m ² 1 läg	15.762 (10.248)	13.151 (7.751)	10.733 (5.733)
3. Flerbostadshus, 2 vån ua 720 m ² 8 läg	15.210 (11.910)	12.060 (8.760)	9.360 (6.360)
4. Flerbostadshus, 3 vån ua 1620 m ² 18 läg	14.130 (10.830)	11.160 (7.860)	8.820 (5.820)
5. Flerbostadshus, 4 vån ua 2160 m ² 24 läg	13.770 (10.470)	10.980 (7.580)	8.640 (5.640)
6. Flerbostadshus, 5 vån ua 1800 m ² 20 läg	13.860 (10.560)	11.070 (7.770)	8.640 (5.640)
7. Flerbostadshus, 8 vån ua 2880 m ² 32 läg	13.410 (10.110)	10.800 (7.500)	8.550 (5.550)

5.1.5 Lönsamhetsberäkningar

Beräkningsprogram

Lönsamhetsberäkningar har skett med datorprogrammet KALKYL, utarbetat av Redegren. Programmet beräknar både nuvärde och besparingskostnad.

Livslängd

Byggnadstekniska åtgärder som vinds- och väggisolering har bedömts ha samma livslängd som byggnaden, d v s 60 år. Selektiva skikt på fönster antas ha livslängden 20 år medan åtgärder för värmeåtervinning getts livslängden 15 år. Detta innebär att återinvesteringar görs under byggnadens brukstid.

Kalkylränta, energiprisutveckling

Beräkningarna har utförts med kalkylränta 4 och 6 %. Energiprisutvecklingen har satts till 0 % under 5 år, 1 % under 20 år, därefter 0 %. Energipriset har satts till 0,25 kr/kWh vid nuvärdesberäkningarna.

Underhåll

Underhåll för installationsåtgärder redovisas i form av årligt underhåll och periodiskt återkommande underhåll. Storleken framgår av de exempel på kalkyler som redovisas i bilaga C.

Investeringar

Ingångsvärden på investeringar för olika alternativ har beräknats som merinvestering, jämfört med dagens minimikrav enligt SBN 1980.

Byggnadstekniska merinvesteringar

Tak $k = 0,20 \rightarrow 0,12$

Småhus: 33:-/m² tak

Flerbostadshus: 31:-/m² tak

Fönster $k = 2,00 \rightarrow 1,50$ (selektivt skikt)

Småhus: 126:-/m² fönster med ky-mått

Flerbostadshus: 98:-/m²

Vägg $k = 0,30 \rightarrow 0,17$

Småhus 81 :-/m² vägg + 22:-/m² uppvärmd area friliggande:

Småhus, radhus: 81 :-/m² vägg + 24:-/m² uppvärmd area

Flerbostadshus: 57 :-/m² vägg + 9-15:-/m² uppvärmd area

Tabell 5:3. Erforderliga grundinvesteringar vid nybyggnad.
Merinvesteringar jämfört med SBN 1980. Alternativ
enligt avsnitt 5.1.3.

Energialternativ Hustyp	Alt 3-B	Alt 5-C
	00.000 = Merinvestering i kr/lägenhet (000) = Merinvestering i kr/m ² uppv area	
1. Småhus, friliggande ua 126 m ² 1 lägenhet	15.000 (119)	28.700 ¹⁾ (228)
2. Småhus, friliggande ua 96 m ² 1 lägenhet	11.900 (124)	19.200 (200)
3. Flerbostadshus, 2 vån ua 720 m ² 8 lägenheter	12.400 (138)	8.900 ²⁾ (99)
4. Flerbostadshus, 3 vån ua 1620 m ² 18 lägenheter	11.800 (131)	7.700 (85)
5. Flerbostadshus, 4 vån ua 2160 m ² 24 lägenheter	9.400 (104)	7.200 (80)
6. Flerbostadshus, 5 vån ua 1800 m ² 20 lägenheter	9.300 (103)	7.500 (83)
7. Flerbostadshus, 8 vån ua 2880 m ² 32 lägenheter	9.100 (101)	6.800 (75)

1) Småhus har i utgångsläget direktelvärm och F-ventilation.
Frånluftsvärmepumpen kräver ett distributionssystem för upp-
värmningsenergi, som ökar investeringen.

2) Flerbostadshus har i utgångsläget ett system för vattenburen
värme, till vilket värmepumpen kan leverera uppvärmningsenergi.

Tabell 5:4. Bostadshus. Besparingskostnad och nuvärde vid olika energialternativ. Utgångsläge enligt SBN 80. Medel-Sveriges normalår. Alternativ enligt avsnitt 5.1.3.

Energialternativ Hustyp	Alt 3-B		Alt 5-C	
	0,00 = Besparingskostnad (kr/kWh) ±000 = Nuvärde (kr/m ² uppvärmd area)			
	Ränta 6 %	Ränta 4 %	Ränta 6 %	Ränta 4 %
1. Småhus, friliggande ua 126 m ² 1 lägenhet	0,30 -33	0,24 -2	0,27 ⁽¹⁾ -44	0,23 ⁽¹⁾ +23
2. Småhus, sammanbyggda ua 96 m ² 1 lägenhet	0,39 -78	0,33 -65	0,35 -109	0,30 -83
3. Flerbostadshus, 2 vån ua 720 m ² 8 lägenheter	0,28 -26	0,22 +18	0,14 ⁽²⁾ +123	0,12 ⁽²⁾ +213
4. Flerbostadshus, 3 vån ua 1620 m ² 18 lägenheter	0,28 -27	0,23 +13	0,13 +113	0,12 +193
5. Flerbostadshus, 4 vån ua 2160 m ² 24 lägenheter	0,25 -5	0,20 +34	0,13 +113	0,11 +193
6. Flerbostadshus, 5 vån ua 1800 m ² 20 lägenheter	0,24 -4	0,20 +34	0,13 +113	0,12 +191
7. Flerbostadshus, 8 vån ua 2880 m ² 32 lägenheter	0,26 -11	0,21 +24	0,13 +106	0,11 +179

1) Småhus har i utgångsläget direktelvärm

2) Flerbostadshus har i utgångsläget ett system för vattenburen värme, till vilket värmepumpen kan leverera uppvärmningsenergi.

Installationstekniska merinvesteringar

FTX-system

Småhus: 67:- /m² uppvärmd area
friliggande

Småhus: 83:- /m² uppvärmd area
radhus

Flerbostadshus:85-109:- /m² uppvärmd area

FVP-system

Småhus: 100:- /m² uppvärmd area
friliggande

Småhus: 105:- /m² uppvärmd area
radhus

Flerbostadshus:23-27:- /m² uppvärmd area

5.1.6 Nuvärden och besparingskostnader

Lönsamhetsberäkningar har genomförts för alternativen 3-B och 5-C för samtliga hustyper. Dessa alternativ bedöms aktuella under den kommande tioårsperioden.

Exempel på lönsamhetsberäkning för ett friliggande småhus och en lägenhet i ett tvåvånings flerbostadshus återfinns i bilaga C.

I tabell 5:3 redovisas för de båda alternativen erforderliga merinvesteringar år 0, d v s i samband med att huset uppförs. Merinvesteringar anges per småhus respektive lägenhet i flerbostadshus.

I tabell 5:4 redovisas nuvärden i kr/m² uppvärmd area och besparingskostnad i kr/kWh för samtliga typhus. De nuvärden som anges är alltså beräknade med hänsyn till erforderliga grundinvesteringar och återinvesteringar liksom kostnader för underhåll och intäkter av minskat energibehov.

5.1.7 Energibehovsnivåer för bostäder

I tabell 5:5 redovisas de värden på energibehov vi bedömt vara aktuella för bostäder under kommande trettioårsperiod. I värdena ingår inte energibehov för källare. För flerbostadshus redovisas nu endast energibehov för lägenheter i 2- och 8-våningshus.

För småhus redovisas totalt elenergiebehov vid direktelvärm och vattenburen värme. För flerbostadshus redovisas behov av elenergi (inkl drivenergi för ev frånluftsvärmepump) och behov av värmeenergi vid vattenburen värme.

Motsvarande värden för Umeå, Stockholm och Malmö redovisas i bilaga D. De valda nivåerna kommenteras i avsnitt 5.3.

Tabell 5.5. Bostadshus. Framtida energibehov under Medel-Sveriges normalår.
(Tabeller för Umeå, Stockholm och Malmö återfinns i bilaga D.)

Ort: Medel-Sverige

Isolergrad 1-6 ⁽¹⁾ Installationsalt A-F ⁽¹⁾ Källarlös grundlägg	Energibehov kWh/läg.år	SBN 80	1985-95	1995-2000	2010
		1-A F-vent	ELAK % 40%	5-D FVP- ϕ =2,3	6-F FTX-100%
Friliggande småhus Uppvärmd area 126 m ² (Bottenbjlg 97 m ²)	Varmvatten	4000	4000	3000	2500
	Uppvärmning	12125	7275	9253	1477
	Σ Värmeenergi	16125	11275	(4901)	3977
	Drivenergi	-	-	3151	-
	Hushållsel	5000	5000	4000	3000
Σ Elenergi	21125	16275	12052	6977	
Do vattenburen	21974	16868	12297	7186	
Radhus Uppvärmd area 96 m ² (Bottenbjlg 63 m ²)	Varmvatten	4000	4000	3000	2500
	Uppvärmning	6273	3764	5061	342
	Σ Värmeenergi	10273	7764	(3224)	2842
	Drivenergi	-	-	2073	-
	Hushållsel	5000	5000	4000	3000
Σ Elenergi	15273	12764	9297	5842	
Do vattenburen	15813	13173	9458	6992	
Lägenhet i 2 vån, flerbostadshus Uppvärmd area 90 m ² (Bottenbjlg 45 m ²)	Varmvatten	3000	3000	2000	2000
	Uppvärmning	8314	4988	6972	387
	Σ Värmeenergi	11314	7988	(3589)	2387
	Drivenergi	-	-	2307	-
	Hushållsel	3000	3000	2000	2000
Σ Elenergi	3000	3000	5597	4307	
Σ Värmeenergi ⁽²⁾	11909	8408	3778	2513	
Lägenhet i 8 vån, flerbostadshus Uppvärmd area 90 m ² (Bottenbjlg 11 m ²)	Varmvatten	3000	3000	2000	2000
	Uppvärmning	6602	3961	5725	89
	Σ Värmeenergi	9602	6961	(3090)	2089
	Drivenergi	-	-	-	-
	Hushållsel	3000	3000	2000	2000
Σ Elenergi	3000	3000	3987	2000	
Σ Värmeenergi ⁽²⁾	10107	7327	3253	2199	

1) Jämför 5.1.3

2) Vattenburen värme

5.2 Lokaler

5.2.1 Byggnadsdata för lokaler

För lokaler är det inte möjligt att ur tillgänglig statistik ta fram genomsnittliga byggnadsdata. Vi har därför valt att studera åtta typer av byggnader, där de flesta ingår i BFR-projektet "Resurssnåla lokaler". Inom detta projekt behandlas möjligheter att sänka energibehovet i försäkringsbolagens fastighetsbestånd. I de utvalda husen finns huvudsakligen butiks-, kontors-, teater- och affärslokaler.

Byggnadsdata finns sammanställda i tabell 5:6. Av tabellen framgår att fönsterprocenten i lokaler ofta är hög och att transmissionsfaktorn T (summa k-värde x area för omslutande byggnadsdelar) i allmänhet ligger vid 0,5 W/°C per m² uppvärmd area om byggnaden utförts med isolergrad 1, och ca 0,4 vid isolergrad 3. För de fortsatta beräkningarna väljer vi ut hustyperna 1 och 2. Typ 1 representerar en byggnad med måttlig fönsterarea och relativt små transmissionsförluster. Typ 2 har stor fönsterandel och relativt sett höga transmissionsförluster.

Tabell 5:6. Byggnadsdata för lokaler. Isolering enligt SBN 80

Typ	Uppv area	Ant vån	Föns-ter area	Uppv volym	Omslutningsytor, m ²				Transmissionsfaktor (Σ kA)	
	m ²		%	m ³	Tak	Vägg	Golv	Fönster	W/°C	W/°Cm ²
1	2880	8	20	6912	360	1346	360	339	1262	0,44
2	21630	1-2	32	94800	16430	4304	16450	2001	13514	0,62
3	7940	7	35	21970	1030	2151	1160	1178	3555	0,45
4	6280	2-3	28	20680	2442	1964	2725	750	3395	0,54
5	8879	8	47	23054	1116	1615	1081	1417	3907	0,44
6	4387	3	29	12294	1353	1614	1180	649	2407	0,55
7	2160	4	20	5184	540	955	540	242	1041	0,48
8	2992	4	17	8080	748	1694	748	346	1574	0,52

1) Fönsterarea med karmyttermått/väggarea (inkl fönster)

5.2.2 Beräkningsförutsättningar

Vid beräkningarna har uppskattade värden för personvärme, el och varmvattenbehov samt luftomsättning använts. Värdena har valts mot bakgrund av normkrav och aktuella erfarenheter bl a från BFR-projektet. De är att betrakta som exempel särskilt för skolor och sjukhus.

Personvärme, el- och varmvattenbehov:

Typ av lokal	Energimängd i kWh/m ² uppvärmd area och år		
	Personvärme	Elbehov	Varmvatten
Kontor	10	50	20
Sjukhus	20	70	50
Skola	20	40	20
Butik	10	60	20
Hotell	10	40	40

Luftomsättning:

Typ av lokal	Styrd luftomsättning oms/h	Drifttid h/vecka	Luftomsättning medel, oms/h
Kontor	1,2	56	0,40
Sjukhus	2,3	128	1,75
Skola	2,0	56	0,67
Butik	2,0	70	0,83
Hotell	1,0	168	1,00

5.2.3 Studerade alternativ

Beräkningar genomförs för olika kombinationer av byggnads- och installationstekniska alternativ. Beräkningar för år 0 görs endast för att visa vilket energibehov som gäller om inte ventilationsvärme återvinns. I övrigt förutsätts FTX-ventilation med ökande effektivitet.

Följande värden har använts när framtida energibehovsnivåer beräknats.

År	Isolergrad (se 5.1.3)	Verkn.grad Värme- växling	Rumstemp °C	Infiltration oms/h
0	1	0	21,5	0,3
1980	1	50 %	21,5	0,3
1985-1995	3	60 %	20,0	0,2
1995-2000	3	70 %	20,0	0,1
2010	3	90 %	20,0	0

5.2.4 Energibehovsnivåer för lokaler

Energibehovsberäkningar för samtliga alternativ har genomförts för hustyperna 1 och 2. Dessa två typer har antagits representera ytterlighetsfallen när det gäller klimatskärmens inverkan på energibehovet.

I tabell 5:7 redovisas framtida värmeenergiebehov vid vattenburen värme. Som väntat är energibehovet högre för hustyp 2, som har en transmissionsfaktor på $0,62 \text{ W/}^\circ\text{C}\cdot\text{m}^2$ uppvärmd area - när klimatskärmen uppfyller minimikraven enligt SBN 80 - än för hustyp 1 där motsvarande värde är $0,44 \text{ W/}^\circ\text{C}\cdot\text{m}^2$. Det beräknade medelvärdet antas i det följande karaktäristiskt för lokaler och representerar energibehovet i en byggnad med transmissionsfaktor $0,53 \text{ W/}^\circ\text{C}\cdot\text{m}^2$ vid utförande enligt SBN 80 och $0,44 \text{ W/}^\circ\text{C}\cdot\text{m}^2$ vid isolergrad 3.

Behovet av energi för kylning i lokaler varierar starkt beroende på verksamhetens art. Med genomtänkt projektering, innebärande bl a solavskärmning och termisk tröghet, samt möjlighet till forcerade luftflöden vid kylbehov erfordras oftast inte kylanläggning. Vi har dock inte räknat med att det framtida elbehovet i lokaler sänks. Detta ger visst utrymme för energibehov för kylning.

Energibehovsnivåerna kommenteras i övrigt i avsnitt 5.3.

Tabell 5:7 Lokaler. Värmebehov i kWh/m² uppvärmd area
(uppvärmning + varmvatten)

	0	1980	1985/95	95/00	2010
Värmeåtervinning	0 %	50 %	60 %	70 %	90 %
Inomhustemperatur	21,5 °C	21,5 °C	20 °C	20 °C	20 °C
Infiltration, oms/h	0,3	0,3	0,2	0,1	0
Isolergrad	1	1	3	3	3
<hr/>					
<u>Kontor</u>					
Hustyp 1	102	81	54	42	29
Hustyp 2	<u>195</u>	<u>154</u>	<u>100</u>	<u>76</u>	<u>47</u>
Medelvärde	145	118	77	59	38
<hr/>					
<u>Sjukhus</u>					
Hustyp 1	259	163	116	92	59
Hustyp 2	<u>488</u>	<u>301</u>	<u>207</u>	<u>158</u>	<u>83</u>
Medelvärde	374	232	162	125	71
<hr/>					
<u>Skola</u>					
Hustyp 1	129	94	62	47	30
Hustyp 2	<u>250</u>	<u>180</u>	<u>117</u>	<u>88</u>	<u>50</u>
Medelvärde	190	137	90	68	40
<hr/>					
<u>Butik</u>					
Hustyp 1	142	98	64	48	29
Hustyp 2	<u>279</u>	<u>191</u>	<u>125</u>	<u>92</u>	<u>49</u>
Medelvärde	211	145	95	70	39
<hr/>					
<u>Hotell</u>					
Hustyp 1	196	140	101	83	58
Hustyp 2	<u>353</u>	<u>246</u>	<u>171</u>	<u>135</u>	<u>82</u>
Medelvärde	275	193	136	109	70

5.3 Framtida energibehovsnivåer för bostäder och lokaler

5.3.1 Förutsättningar

I följande avsnitt redovisas de framtida energibehovsnivåer som, enligt vår uppfattning, bör vara möjliga att nå. Det bör då påpekas att våra bedömningar bl a grundas på följande förutsättningar:

- att även i fortsättningen tillräckliga resurser ställs till förfogande för att stödja forskning kring och utveckling av energieffektiv teknik.
- att normer successivt revideras med hänsyn till den tekniska utvecklingen, så att de energibehovsnivåer nås, som totalt sett är optimala.
- att ekonomiska styrmedel, t ex i form av statliga lån och subventioner, så långt möjligt stimulerar till att byggnader och installationer utformas på totalt sett lämpligaste sätt. Speciellt gäller då att lånebestämmelser måste vara så konstruerade att även åtgärder med lång återbetalningstid genomförs om de är samhällsekonomiskt lönsamma.
- att även fortsättningsvis betydande insatser görs för att informera beslutsfattare och brukare i energifrågor, inte minst vad gäller drift och skötsel av de komplicerade system som byggnaderna utgör.

Som tidigare nämnts, behandlas i denna rapport endast byggnadens förluster och behov av värmeenergi. De energibehovsnivåer som i det följande anges, antas därför gälla för byggnader som uppvärms på traditionellt sätt, d v s med fjärrvärme, elvärme eller liknande. När förnybara energikällor utnyttjas eller när energi-produktionen sker med låg marginalkostnad kan det därför vara befogat att välja högre energibehovsnivåer än de angivna.

I tabell 5:8 redovisas framtida energibehovsnivåer för byggnader och lokaler.

I tabellens övre del finns värmeenergiebehovet, d v s summan av uppvärmningsenergin (radiatorenergin) och energin för beredning av tappvarmvatten. För alla byggnader förutsätts att uppvärmningsenergin distribueras via ett vattenburet värmesystem inom byggnaden. Angivna värden avser den energi som uppmäts vid leveranspunkten inom byggnaden. Detta innebär att inga förluster före denna punkt medtagits, t ex kulvertförluster vid fjärrvärme, distributionsförluster i elnätet eller förbränningsförluster vid oljeeldning.

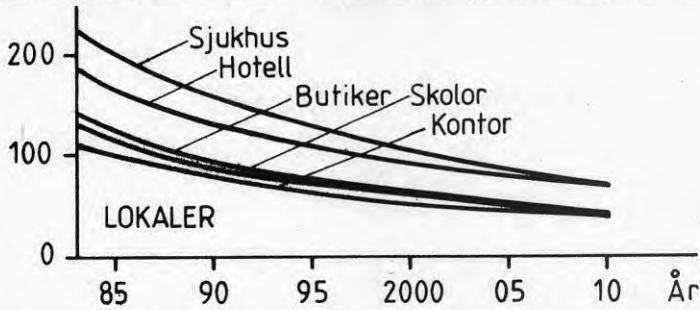
I tabellens nedre del redovisas det totala behovet av köpt energi inom byggnaden, d v s summan av värmeenergi och elenergi.

I figur 5:1 illustreras utvecklingen från minimikrav enligt SBN 1980 fram till de uppskattade nivåer som antas gälla år 2010. I avsnitt 5.3.2 - 5.3.4 kommenteras de olika framtida energibehovsnivåerna.

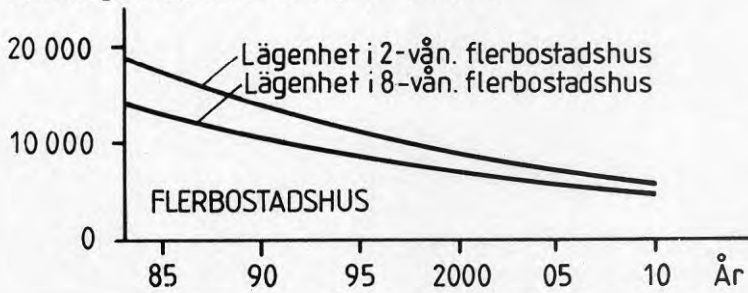
Tabell 5.8. Bostäder och lokaler. Energibehov under Sveriges normalår.
Vattenburen värme

Typ		1983	1985-95	1995-2000	2010
		<u>Värmeenergibehov (uppvärmning och varmvatten)</u>			
<u>Friliggande småhus</u>					
Utan källare,	kWh/hus	16974	11868	8297	4186
Med källare,	kWh/hus	25653	17584	12381	7249
Utan källare,	kWh/m ² boy	135	94	66	33
Med källare,	kWh/m ² boy	204	139	98	58
<u>Radhus</u>					
Utan källare,	kWh/hus	10813	8173	5458	3992
Med källare,	kWh/hus	14991	10958	7447	5584
Utan källare,	kWh/m ² boy	113	85	57	42
Med källare,	kWh/m ² boy	156	114	78	58
<u>Flerbostadshus</u>					
2 vånings,	kWh/läg	15604	10824	7838	3839
8 vånings,	kWh/läg	11010	7918	5668	2523
2 vånings,	kWh/m ² uppv area	173	120	87	43
8 vånings,	kWh/m ² uppv area	122	88	63	28
<u>Lokaler</u>					
Kontor,	kWh/m ² uppv area	118	77	59	38
Sjukhus,	kWh/m ² uppv area	232	162	125	71
Skolor,	kWh/m ² uppv area	137	90	68	40
Butiker,	kWh/m ² uppv area	145	95	70	39
Hotell,	kWh/m ² uppv area	193	136	109	70
		<u>Totalt energibehov (inkl elenergi)</u>			
<u>Friliggande småhus</u>					
Utan källare,	kWh/hus	21974	16868	12297	7186
Med källare,	kWh/hus	30653	22484	16381	10249
Utan källare,	kWh/m ² boy	174	134	96	57
Med källare,	kWh/m ² boy	243	178	130	81
<u>Radhus</u>					
Utan källare,	kWh/hus	15813	13173	9458	6992
Med källare,	kWh/hus	19991	15958	11447	9584
Utan källare,	kWh/m ² boy	165	137	98	73
Med källare,	kWh/m ² boy	208	166	119	100
<u>Flerbostadshus</u>					
2 vånings,	kWh/läg	18604	13824	9838	5839
8 vånings,	kWh/läg	14010	10918	7668	4523
2 vånings,	kWh/m ² uppv area	207	154	109	65
8 vånings,	kWh/m ² uppv area	156	121	85	50
<u>Lokaler</u>					
Kontor,	kWh/m ² uppv area	168	127	109	88
Sjukhus,	kWh/m ² uppv area	302	232	195	141
Skolor,	kWh/m ² uppv area	177	130	108	80
Butiker,	kWh/m ² uppv area	205	155	176	149
Hotell,	kWh/m ² uppv area	233	176	149	110

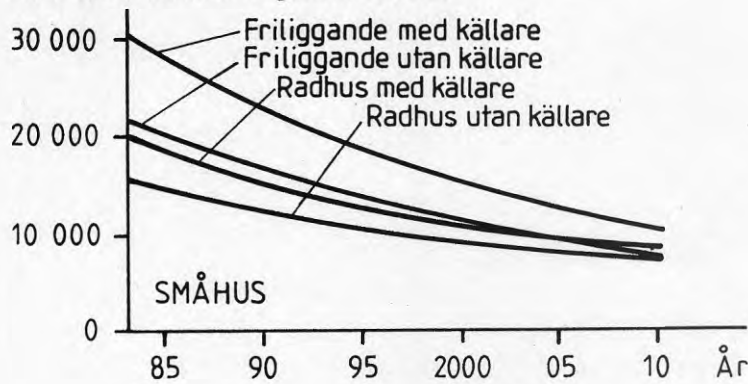
kWh/m² uppvärmd area. Värmeenergi (uppvärmning och varmvatten)



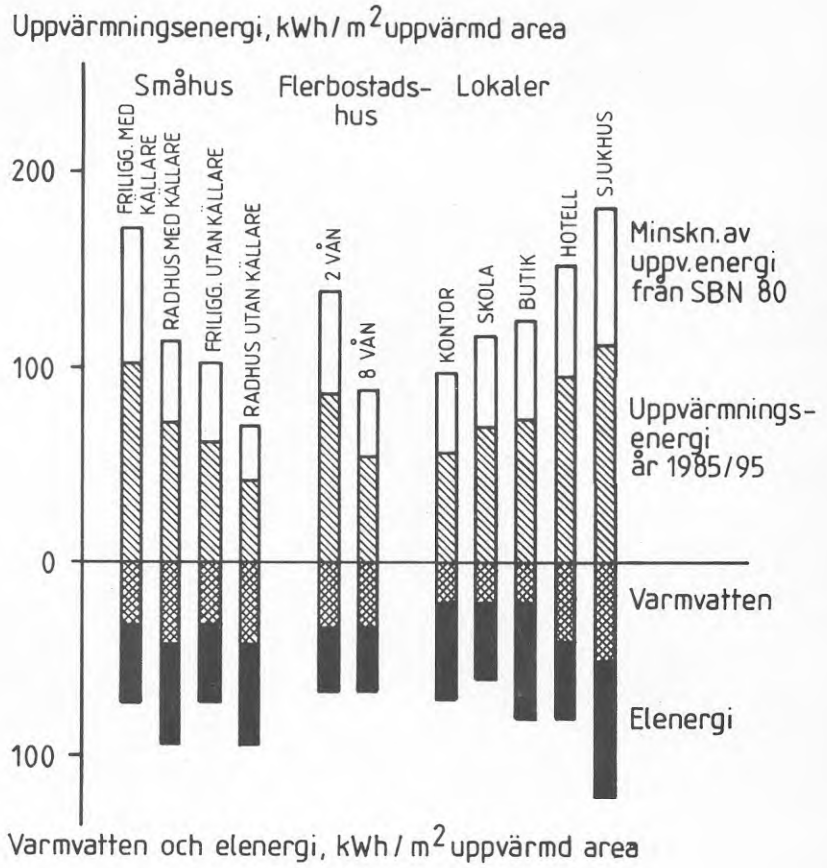
kWh/lägenhet. Värmeenergi + hushållsel



kWh/hus. Värmeenergi + hushållsel



Figur 5.1 Bostadshus och lokaler. Energibehov under Medel-Sveriges normalår.



Figur 5.2 Bostäder och lokaler. Energiebehov enligt SBN 1980 och åren 1985/95. Medel-Sveriges normalår.

I figur 5:2 illustreras behovet av köpt energi för olika typer av byggnader. Energiförbrukning för uppvärmning (radiator = energi) visas separat i figurens övre del. Här redovisas uppvärmningsbehovet dels om byggnaden är utförd enligt SBN 80s minimikrav dels med det utförande som antas gälla för närmaste tioårsperioden. Som framgår av figuren är skillnaderna i energiförbrukning betydande.

I figur 5:3 redovisas enbart behov av uppvärmningsenergi (radiator-energi) för olika typer av byggnader. För att få en uppfattning om ventilationens relativa betydelse för uppvärmningsbehovet har vi fördelat behovet av uppvärmningsenergi i proportion till förhållandet mellan transmissions- och ventilationsförluster (efter återvinning). Figuren illustrerar inte verkliga storlekar av dessa förluster, eftersom en stor del av uppvärmningsbehovet täcks med interna värmeförluster och solenergi. Den illustrerar det inbördes förhållandet mellan transmissions- och ventilationsförlusterna. Av figuren framgår att transmissionsandelen är betydande även för lokaler och dominerande i bostadshus. För vissa typer av lokaler är ventilationsandelen av uppvärmningsbehovet betydligt högre än för bostäder, trots att i båda fallen 60 % av frånluftens värmeinnehåll återvinns.

I följande avsnitt kommenteras de olika framtida energiförbrukningsnivåerna.

5.3.1 Åren 1985 - 1995

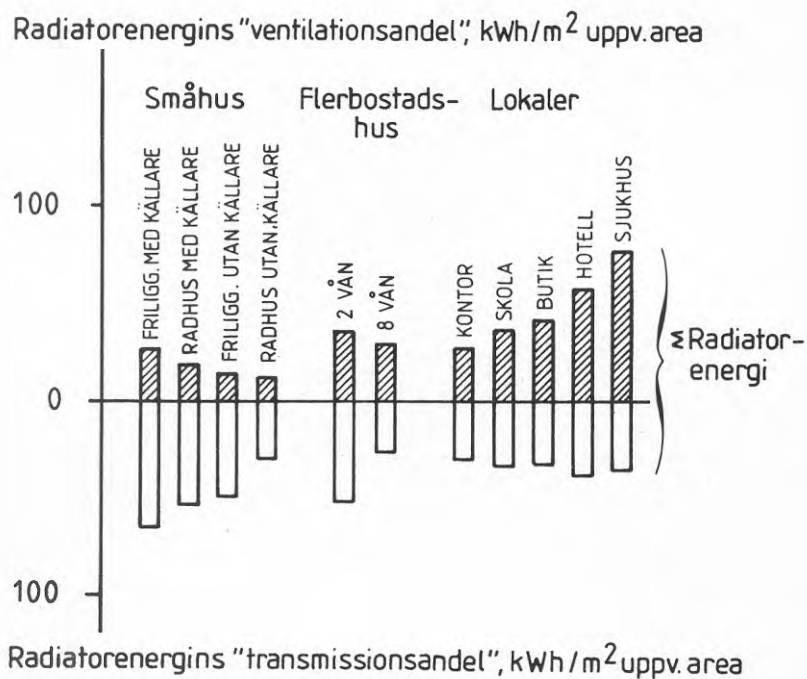
Bostäder

Redan idag byggs många bostadshus så, att energiförbrukningen blir lägre än om de precis uppfyller minimikraven enligt SBN 1980. För direktelvärmda småhus gäller dessutom sedan årsskiftet 1983/84 skärpta krav på energihushållning. De nya bestämmelserna är utarbetade med målet att värmeenergiförbrukningen skall minskas till de värden som anges för alternativet "Elak" i tabell 5:5. Denna energiförbrukningsnivå kan nås genom att klimatskärmen förbättras och energi återvinns ur frånluften.

För närvarande tillämpas olika strategier för att uppfylla direktelkraven för småhus. Vissa producenter föredrar att i huvudsak sänka energiförbrukningen genom ökad isolering av klimatskärmen. Speciella byggsystem utvecklas, avsedda att möjliggöra högkoslerade konstruktioner till rimliga kostnader.

Andra producenter satsar på att reducera energiförbrukningen genom installation av värmepumpar som både producerar varmvatten och ger ett bidrag till rumsuppvärmningen. I sådana fall bibehålls ofta t ex väggkonstruktioner som uppfyller kraven enligt SBN 1980.

Vi bedömer att energiförbrukningsnivån för åren 1985-1995 för bostäder genomsnittligt kommer att ligga på den nivå som representeras av alternativ "Elak". Vi förutsätter att denna nivå nås, dels genom att minimikraven i Svensk byggnorm skärps i början av perioden, dels genom att nya byggsystem används i ökad utsträckning och genom att tekniken för återvinning av värme ur frånluften ytterligare utvecklas.



Figur 5.3 Bostäder och lokaler. Åren 1985/95. Behov av radiatorenergi fördelat på transmissions- och ventilationsandel. Medel-Sveriges normalår.

Även minskad ofrivillig ventilation och ökat utnyttjande av passiv solenergi bidrar till att nivån sänks till "Elak"-nivån.

När vi bedömer vilken energibehovnivå som genomsnittligt kommer att nås under den aktuella tioårsperioden, tar vi hänsyn till vissa förhållanden som kan verka återhållande på energisparambitionerna. Det gäller bl a det faktum att lönsamhetsbedömningarna ofta inte görs med hänsyn till husets avsedda brukstid, utan mer kortsiktigt. Speciellt gäller detta i sådana fall där den slutliga brukaren inte har ett avgörande inflytande vid projekteringen. I många fall får man räkna med att endast de minimikrav som föreskrivs i normer uppfylls, om inte speciella - t ex ekonomiska - stimulansåtgärder sätts in.

Med dagens teknik är det möjligt att redan nu nå lägre energi-behov än "Elak"-nivån. När det gäller byggnadstekniska åtgärder gäller dock att i vissa fall tekniska hinder, t ex använda produktionsmetoder, föreligger mot ett allmänt genombrott. I praktiken fordras också ett noggrant arbetsutförande och genomtänkta detaljlösningar för att de beräknade låga k-värdena skall nås. För vissa konstruktioner, t ex gasfyllda isolerrutor och selektiva skikt på glas liksom för en del högvärdiga isolermaterial, är livslängd och långsiktig funktion ännu inte tillräckligt klarlagda. Detsamma gäller även vissa tekniska lösningar avsedda att öka klimatskärmens täthet och därmed minska den ofrivilliga ventilationen.

Vad gäller återvinning av värme ur frånluften finns också skäl att vara återhållsam vid bedömningen.

Systemen för FTX-ventilation t ex ställer krav på byggnadens täthet och förutsätter rätt installation och skötsel för att beräknade energivinster skall erhållas.

Tekniken att använda energi, återvunnen ur frånluften, för att värma tappvarmvatten kan anses väl beprövad i bostadshus. För frånluftsvärmepumpar som också skall lämna bidrag till rupsuppvärmningen finns faktorer som kan verka begränsande på införandet. En sådan faktor är behovet av medium för att distribuera uppvärmningsenergin inom byggnaden. Antingen krävs ett radiatorsystem för vattenburen värme eller någon form av luftdistribution för att väsentliga energitillskott skall kunna nyttiggöras.

Vid optimering av frånluftsvärmepumpar är det ofta inte lämpligt att dimensionera pumpen så att den klarar värmebehovet vid dimensionerande utetemperaturer, eftersom pumpen då blir överdimensionerad en stor del av året och får låg årsvärmefaktor. Den energimängd som kan utvinna ur frånluften är dessutom givetvis begränsad till det energiinnehåll som finns i det luftflöde som måste upprätthållas av hygieniska skäl och komfortskäl.

Mycket talar därför för att energibehovsnivån "Elak" kan anses realistisk som ett genomsnittsvärde för bostäder under perioden 1985-1995. Denna nivå nås genom olika kombinationer av byggnads- och installationstekniska åtgärder. Beroende på andelen från-luftsvärmepumpar kommer byggnadernas elenergiebehov att variera, men det totala uppskattade energibehovet anges i tabell 5:8.

Lokaler

Som framgår av genomförda beräkningar och tillgänglig energistatistik varierar energibehovet i lokaler avsevärt efter verksamhet och utnyttjandetid.

Nyproducerade lokaler utförs med FT-ventilation, vilket ger möjligheter att återvinna en betydande del av energin i frånluften. I många lokaler, som sjukhus, laboratorier, butiker, kontor och skolor, ställs dessutom krav på stora ventilationsflöden. I sådana fall leder ventilationsluftflödena, om de inte behandlas på ett omsorgsfullt sätt, till mycket stora värmebehov.

För lokaler är därför drifttidsstyrning, värmeåtervinning och anpassning av luftflöden till de aktuella behoven av fundamental betydelse för byggnadens totala energibehov.

I vissa typer av lokaler täcker värmertilskottet under drifttid en betydande del av transmissions- och ventilationsförlusterna. Ventilationsanläggningens uppgift blir då att bemästra värmeöverskottet under verksamhetsperioderna, att fördela det på lämpligt sätt inom byggnaden och så långt möjligt bidra till att överskottet utnyttjas för att värma byggnaden även under övriga perioder.

Man bör därför kunna räkna med att det sker en teknisk utveckling som på sikt medför att vissa lokaler genom omsorgsfull projektering kan bli "självförsörjande" i den meningen att interna värmertilskott i huvudsak räcker för byggnadens värmeförsörjning. Detta medför i sin tur att lokalerna blir mer elberoende än bostadshusen men med lägre behov av basenergi från t ex fjärrvärme.

Energiebiven i lokaler antas komma att uppgå till de nivåer som anges i tabell 5:8. Dessa nivåer nås genom att från-luftens värme återvinns med en systemverkningsgrad på 60 % för hela styrda luftflödet. Dessutom förutsätts en sådan reglering av värme- och ventilationssystemen, att övertemperaturer undviks under verksamhetsperioden och att huvuddelen av interna värmertilskott kan nyttiggöras för byggnadens uppvärmning. Vi förutsätter också att temperaturnivån sänks till 20 °C som veckomedelvärde genom drifttidsstyrning av rumstemperatur.

Vad gäller klimatskärmen förutsätts att isolergrad 3 (jämför 5.1.3) kommer att vara representativ för den kommande tioårsperioden och att byggnadernas täthet förbättras så att infiltrationen minskar.

För lokaler har vi inte räknat med att elbehovet minskar. Visserligen kan det antas att belysning och elapparater blir energi-effektivare men samtidigt kan detta motverkas av ökat antal elapparater. Även ökade krav på luftbehandling och kylning under vissa delar av året kan ge ökat elbehov.

5.3.2 Åren 1995-2000

Bostäder

För bostadshus förutsätter vi att behoven av köpt energi nu kommer att ligga vid de värden som gäller för alternativ 5-D enligt tabell 5:5.

I detta alternativ förutsätts att energibehovet för varmvatten och hushållsel är vardera 1000 kWh lägre än i dag. Detta antas ha nåtts genom att vattensnåla armaturer förbättrats och införts i ökad utsträckning och att effektivare elapparater utvecklats.

Dessutom har klimatskärmens värmemotstånd och täthet förbättrats och fönster med selektiva skikt och låga k-värden antas allmänt användas.

Slutligen antas att tekniken för värmeåtervinning, vare sig det sker med värmeväxlare eller värmepump, utvecklats ytterligare, så att betydande besparingar görs med hög driftsäkerhet.

Lokaler

För lokaler förutsätter vi också att energibehovet sänks ytterligare under denna period. Vi antar att behovet av köpt värmeenergi nu minskat med storleksordningen 20-30 %.

Vi har valt att illustrera detta genom att räkna med ytterligare effektivitet vid värmeåtervinning ur ventilationsluften, som ger stora besparingar, speciellt för lokaler med stora luftflöden och lång utnyttjandetid. Detta gäller t ex sjukhus där kraven på luftomsättning och renhet även fortsättningsvis kommer att vara höga liksom hotellbyggnader där verksamheten inte varierar och där hygienutrymmen i anslutning till varje hotellrum dimensionerar ventilationsbehovet. Resultterande energibehov ges i tabell 5:8.

5.3.3 År 2010

Bostäder och lokaler

De värden som anges i tabell 5:8 får antas representera vad som i dag kan förutses vara möjligt att uppnå på längre sikt.

För bostäder gäller att klimatskärmens värmemotstånd är mycket högt. Alla byggnader förutsätts så täta att endast den önskade luftomsättningen sker, oberoende av t ex vindpåverkan. Utnyttjandet av passiv solenergi genom fönster antas också högt.

Energibehovet för varmvatten antas ha minskat ytterligare liksom hushållselbehovet i bostäder. Här har också genomsnittliga rumstemperaturen antagits lägre, som en följd av ökade möjligheter till behovsanpassning inom huset.

Slutligen har tekniken att återvinna energi ur frånluften förutsatts så god att i det närmaste 100 % av luftens värmeinnehåll återvinns och nyttiggörs under uppvärmningsperioden.

Den angivna energibehovsnivån år 2010 får därför ses som ett exempel på vad som är möjligt att nå i byggnader där så lågt energibehov som möjligt eftersträvas. I sådana fall där alternativa energikällor utnyttjas eller insatser för att nå en resursnål energiproduktion görs, är det inte alltid optimalt att söka nå dessa nivåer.

6 FoU-BEHOV

Forsknings- och utvecklingsinsatserna för att uppnå ett effektivt energiutnyttjande bör genomföras stegvis från idé till praktisk tillämpning.

Om idén provas i full skala för tidigt kan utfallet bli att en god idé inte får någon praktisk tillämpning.

Med ett stegvis tillvägagångssätt har man möjlighet att successivt förbättra och utveckla idén med metoder, där kostnaden är låg från början. Om man efter varje utvecklingssteg ser att idén fortfarande håller måttet kan nästa fas påbörjas. En sådan utvecklingskedja används ofta inom industrin, och bör tillämpas även inom annan forskning, se figur 6.1.

En idé bör i första hand ställas mot tidigare erfarenheter. Sökning i litteraturen och diskussioner med erfarna tekniker är därför en god början.

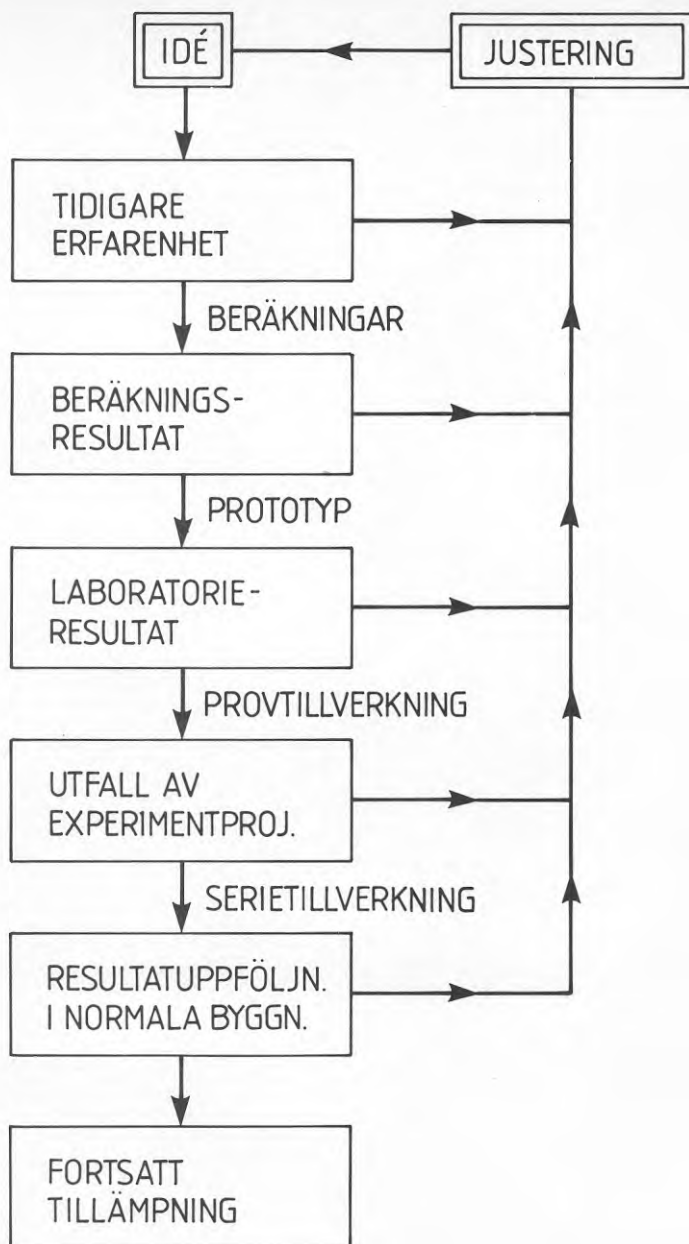
En inledande analys görs beräkningsmässigt. Om beräkningsmöjligheter saknas kan metoder och modeller behöva utvecklas.

För mätningar finns olika nivåer. En komponent kan provas i laboratorium för att man skall få fram viktiga tekniska egenskaper. Om dimensioneringsgrunderna fortfarande är osäkra kan delsystem byggas upp och testas, fortfarande i laboratorium eller provhus.

Innan introduktionen på marknaden kan man prova komponenten eller systemet i full skala genom inmontering i experimenthus där uppföljning sker under längre tid.

Ovanstående visar att forskningsresurser måste läggas på teoretiska utvärderingar, laboratorie-, provningsutrustning och provhus samt vissa experimentbyggen. Vi tror att satsningarna på de sistnämnda fortsättningsvis bör få stå tillbaka något jämfört med övriga satsningar. Motivet härför är den stora kostnaden för fullskaleförsök jämfört med utfallet, ett utfall som kan bli effektivt med en etappvis genomförd forskning och utveckling.

Nedan redovisas några områden, där forskningsbehov finns. Redovisningen är mer ett resultat av vad som kommit fram under arbetet med denna rapport än en systematisk genomgång av det stora forskningsfält, som energibehov i nya byggnader utgör.



Figur 6.1 Forsknings- och utvecklingsinsatserna för att uppnå ett effektivt energiutnyttjande bör genomföras stegvis från idé till praktisk tillämpning.

1. Allmänt

- Erfarenhetsåterföring av övergripande slag, studier inom utvalda områden, sammanställning av data från olika projekt t ex energi- och vattenförbrukning i lokaler.
- Projekt som kan främja export av energieffektiva komponenter och system.
- Studium av byggande i främmande klimat.
- Lämpliga uppvärmningssystem i byggnader med lågt energibehov.
- Beräkningsmetoder för energibalans och effektbehov.
- Fortsatt forskning kring korttidslagring av energi.
- Utveckling av enkla fältmetoder för energibedömningar.
- Beständighet hos material och komponenter.

2. Transmission

- Beräkning av värmeförluster från konstruktioner mot mark samt verifiering av beräkningsmetoder.
- Verkligt k-värde i fält med hänsyn till arbetsutförande, fukt och långtidseffekter.
- Värmeövergång vid utvändiga ytor. Inverkan av sol, vind och fukt.
- Studium och minimering av olika köldbryggor.
- Forskning för bättre fönster.

3. Ventilation

- Värmeväxlare med högre verkningsgrader.
- Frånluftsvärmepump med ökad systemårsvärmefaktor.
- Täta och välisolerade kanalsystem
- Tilluftsdon som ger gott rumsklimat m m.
- Olika former av behovsstyrd ventilation.
- Funktion och beständighet hos olika tätningssystem för klimatskärmen.
- Energiförluster genom infiltration vid olika ventilationsformer.
- Inneluftsventilerade kryprum.

4. Avlopp

- Vattenbesparande komponenter.
- Energjinnehållet i avloppsvatten.
- Beräkningsmodell för tillgänglig energi i avlopp i olika byggnader.
- Återvinning ur avloppssystem. Värmeväxlare, värmepumpar och fördröjningsbassänger.
- Återvinning på husnivå contra reningsverksnivå.
- Korrosionsrisker och hygieniska risker.
- Ekonomin hos återvinningssystem vid minskat vatten- och varmvattenbehov.

5. Styr- och reglersystem

- Styr- och reglersystem för effektivare behovsstyrning.
- Nattavstängning av uppvärmningen i flerbostadshus.
- Nya givare för avkänning av luftkvalitet.
- System för central reglering för byte av uppvärmningssätt - t ex automatisk övergång till el när kapacitet finns.
- Vidareutveckling av effektbegränsningssystem för el.
- Utveckling av uteklimatgivare (kombination av temperatur, sol, vind, fuktighet).
- Förbättrade injusteringsmetoder.
- Täta luftspjäll och ventiler.

6. Gratisvärme

- Interna värmestillskott i olika typer av lokaler.
- Passivt tillvaratagande av solenergi.
- Solväggar och soltak där tilluft förvärms.
- Lämplig utformning av solavskärmningar.
- Energieffektiva apparater och armaturer.

7. Bieffekter

- Fuktrisker i samband med energibesparing.
- Ångspärrens placering. Källarväggar, kryprum m m.
- Tjälningrisker vid högisolerade golvkonstruktioner.
- Erfarenhetsåterföring från lågenergihus.

8. Klimat

- Rumsklimat i lågenergibygnader. Övertemperatur m m.
- Påverkan på byggnaden vid extrem temperatursänkning.
- Mikroklimatet i relation till klimatstatistiken.
- Säkra klimatdata, främst solinstrålning, samvariationer mellan klimatelement.

9. Brukarbeteende m m

- Åtgärder för att minska onödig vädring.
- Forskning för att uppnå låg energiförbrukning i driftskedet.
- Hur upplever normala brukare lågenergihus?
- Åtgärder för att minska varmvattenbehovet.
- Ökad förståelse av styrsystem och driftinstruktioner.

7 REFERENSER

- Abel, E, Jilar, T, 1983, En jämförelse mellan ventilationssystem typ F och FTX i enfamiljshus, Installationsteknik, CTH, rapport 1983:4.
- Abrahamsson, M, Norin, F, 1983, Rekuperativa värmväxlare - Kontroll av verkningsgrad, Forskningsprojekt 811341-9, Byggeforskningsrådet 1983.
- Adamsson, B, 1980, Solväggar och soltak, Byggnadskonstruktionslära, LTH, 1980:1.
- Adamsson, B, 1980, Design of low-energy houses. Strategies, Byggnadskonstruktionslära, LTH, 1980:4.
- Adamsson, B, 1982, Energy saving in single family houses, Byggnadskonstruktionslära, LTH 1982:2.
- Adamsson, B, Eftring, B, 1979, Design of low-energy houses. Sensitivity study concerning heat requirement and indoor temperature of a two-storey house in the Stockholm climate, Byggnadskonstruktionslära, LTH 1979:4.
- Anderlind, G, Johansson, B, 1980, Dynamisk isolering. Teori för värmeisolering som genomströmmas av gas eller vätska, Byggeforskningsrådet R162:1980.
- Anderlind, G, Hagstedt, J, 1980, Uppvärmningssnåla småhus. En utredning om möjligheterna att minska uppvärmningsenergin i direktuppvärmda småhus. Industrigruppen för lätt byggeri.
- Andersson, K, Jensen, L, 1980, Styr- och reglertekniska funktioners inverkan på energiförbrukningen, Byggeforskningsrådet R14:1980.
- Andersson, M, Lindén, A N, Sjöblom, G, 1979, Energisparprojektet Märsta sjukhem. Landets första totalstudie av energibesparing inom vårdsektorn. Lägesbeskrivning juni 1979, Byggeforskningsrådet R122:1979.
- Andreasson, B, Lagerkvist, K-0, 1983, Värmeåtervinning ur frånluft. Erfarenheter från ett års mätningar i kvarteret bokhållaren i Karlstad. Byggeforskningsrådet R91:1983.
- Backman, A, 1983, Värmeåtervinning ur avloppsvatten med värmepump för 400 lägenheter i Falun, Byggeforskningsrådet R193:1983.
- Bankvall, C, 1981, Byggnadskonstruktioners värmeisoleringsförmåga - Inverkan av luftrörelser och arbetsutförande, Byggeforskningsrådet T18:1981.
- Bergentjerna, A, Harrysson, C, 1981, Beräkning av energibesparande åtgärders betydelse i småhus, Byggnadskonstruktion, CTH, Arbetsrapport 1981:4.

- Berndtsson, L, Granstrand, L, Lindgren, S, 1982, Energisnålt varmvatten i bostadshus, Byggeforskningsrådet T2:1982.
- Berndtsson, L, Nordenadler, I, Udd, B, 1982, Energisnåla VVS-anläggningar i kontors- och sjukvårdslokaler, Byggeforskningsrådet T19:1982.
- Bjerkning, S-E, 1983, Energisparåtgärder. Hus med ineluftsventilerat kryprum, Forskningsprojekt 821335-6, Byggeforskningsrådet.
- Björk, C, 1983, Huset som energisystem, LiTH-IKP-R-292, LiTH, Linköpings Universitet 1983.
- Björk, E, Wiklund, S, 1982, Energibesparing vid tidsstyrning av temperaturen i gruppbyggda småhus, Byggeforskningsrådet R8:1982.
- Bokalders, V, 1981, Energisnåla hus - 30 hus med energisnåla lösningar: solfångare, värmeåtervinning, växthus, ISBN 91-534-0568-4.
- Boman, C-A, Matsson, M, 1981, Provhush med dynamisk isolering. Mätningar, Byggeforskningsrådet R142:1981.
- Brolin, H, 1980, Täthet hos fönster. 300 provningsresultat, Statens provningsanstalt, SP-RAPP 1980:10.
- Brolin, H, 1981, Formstabilitet hos ytterdörrar vid klimatpåverkan, Statens provningsanstalt, SP-RAPP 1981:06.
- Brorsson, C, Hedman, S, Wikström, B, 1981, Energimätning E1. Övergång till individuell mätning i befintliga flerbostadshus, Byggeforskningsrådet R121:81.
- Byggeforskningsrådet 1983, Värmepumpar. Underlag för BFRs verksamhetsplan 1984-87, G17:1983.
- Byggeforskningsrådet 1980, Klimatskärmen - Underlag för programplan 1981-1984, G6:1980.
- Carlsson, A, Kronvall, J, 1982, Beständighet hos lufttäthets- och värmeisoleringssegenskaper hos färdig byggnad, Statens provningsanstalt, SP-RAPP 1982:05.
- Claesson, J, Eftring, B, 1980, Optimal distribution of thermal insulation and ground heat losses, Byggeforskningsrådet D33:1980.
- DFE-rapport nr 50, 1982, Morgondagens energi. Teknikbeskrivning och framtidsbedömning, Delegationen för Energiforskning.
- DsI 1980:12, Provning för bättre energihushållning. Betänkande avgivet av energiprovningsutredningen.
- DsI 1983:14, I stället för kärnkraft. Energi efter år 2010. Bebyggelsens förändringar i Sverige år 1980-2010.

DsI 1983:15, I stället för kärnkraft. Energi efter år 2010. Så kan vi värma Sverige.

DsI 1983:18, I stället för kärnkraft. Energi efter år 2010. Perspektiv på energi. Om möjligheter och osäkerheter inför energiomställningen.

Elmroth, A, Levin, P, 1983, Air Infiltration Control in Housing. A Guide to International Practice, Byggnadsrådet, D2:1983.

Elmroth, A, Lögdberg, A, 1981, Airtight Houses and Energy Consumption, Byggnadsteknik, KTH, Meddelande nr 136.

Elmroth, A, 1984, Sparsam energiförbrukning i vattensnåla och energisnåla småhus med passiv solvärme och värmepump. Personlig kommunikation.

Energiforskningsnämnden, 1983, Effektivare elanvändning. EFN/UTR 1983:4.

Erat, B, Björkholtz, D, 1983, Bygg klimatanpassat, Svensk Byggtjänst.

Fredlund, B, 1982, Energibesparing genom värmelagring i innertak med glaubersalt, Byggnadsrådet R26:1982.

Granit, M, Möller, I, 1980, Husform, kvaliteter och energibehov - en analys av fyra förvaltningsbyggnader, Byggnadsrådet R80:1980.

Hallén, T, 1983, Energisparåtgärder i fastigheten kv Opalen, Göteborg, Slutrapport forskningsanslag 781274-5, Byggnadsrådet.

Hallenberg, N, Gilert, E, 1983, Svamp och mögel, ett byggnadstekniskt problem sett ur en biologisk synvinkel, Statens provningsanstalt, SP-INFO 1983:03.

Harrysson, C, 1981, Brukarbetingade variationer i energiåtgång hos småhus, Byggnadskonstruktion, CTH, Arbetsrapport 1981:1.

Higgs, Forrest, S, 1984, Occupant sensitive heating control. The Kloostergård/DEROB Experience (under tryckning, BFR).

Hildingson, O, 1981, Radon i 5 600 bostäder, Statens provningsanstalt, SP-RAPP 1981:27.

Hildingson, O, 1982, Radonexhalation från byggnadsmaterial, Statens provningsanstalt, SP-RAPP 1982:32.

Hildingson, O, Nilsson, I, Samuelson, I, 1981, Radon i bostäder. Boråsprojektet, Statens provningsanstalt, SP-RAPP 1981:29.

Holgersson, M, Norlén, U, 1983, Inomhustemperaturer i bostäder. En undersökning i nio svenska kommuner 1982, Statens institut för byggnadsforskning, M82:27.

Jansson, S, Oskarsson, L-G, Södergren, D, 1983, Individuell och flexibel temperaturanpassning i rum och byggnader med små energibehov. Mätning och utvärdering i kontorsbyggnad i Arboga, Byggnadsrådet R116:1983.

- Jensen, L, 1982, Dynamisk värmeisolering och ventilationsvärmeåtervinning, Byggnadskonstruktionslära, LTH, 1982:4.
- Jensen, L, 1983, Nattsänkning av temperatur i flerbostadshus, Byggeforskningsrådet, R64:1983.
- Johannesson, C M, 1984, Stockholmsprojektet: Energisnåla nya flerbostadshus, Tidskriften Byggeforskning nr 2, 1984.
- Johannesson, Gudni, 1984, Lågenergihus. Nuläge och forskningsbehov, Byggeforskningsrådet R31:1984.
- Johansson, C, Pettersson, B, 1984, Takvärme - energiförbrukning och inomhusklimat, Byggeforskningsrådet R12:1984.
- Jonsson, J-Å, m fl, 1980, Villa-80, Fjorton energisnåla småhus i Umeå. 2. Boendeskedet. Byggeforskningsrådet R98:1980.
- Jönsson, K, Johansson, K-E, 1981, Utprovning av värmeväxlare för avloppsvatten för flerbostadshus, Byggeforskningsrådet R74:1981.
- Jönsson, A, Lindgren, S, 1982, Mätning av energiförbrukningen för tappvarmvatten i flerbostadshus, Byggeforskningsrådet R72:1982.
- Karlsson, B G, 1982, Energisystem för experimenthus i Älvkarleby, Linköpings Universitet 1982.
- Karlsson, R, 1983, Uppgifter om förbrukning av energi, vatten och medicinska gaser vid sjukvårdsanläggningar under 1981, Projektnr 5052, Dnr 345 B/78, SPRI.
- Källblad, K, Adamsson, B, 1984, BKL-Metoden. Byggnaders energibalans - en handberäkningsmetod, Byggeforskningsrådet R19:1984.
- Kärrholm, G, m fl, 1984, Lufttäthet och ventilation. Programutredning, Byggeforskningsrådet R3:1984.
- Levin, B, 1982, Survey of the international development in indoor climate control, Byggeforskningsrådet D8:1982.
- Lindblad, H, Nylund, J, 1980, Energiåtervinning från spillvatten i sjukvårdsbyggnader, Byggeforskningsrådet R22:1980.
- Lindh, A, Nylund, P-O, 1982, En granskning av ett FTX-ventilerat småhus, Byggeforskningsrådet R115:1982.
- Lundin, L, 1981, Ventilationsgrad i byggnad genom mätning i flera rum, Statens provningsanstalt, SP-RAPP 1981:09.
- Lundström, E, 1982, Boendevanornas inverkan på energiförbrukningen i småhus, Byggeforskningsrådet T46:1982.
- Magnusson, B, Harrysson, C, 1982, Solinstrålningen och dess roll i småhusets energibalans, Byggnadskonstruktion, CTH, 1982:2.
- Munther, K E, 1974, Energiförbrukning i småhus, Byggeforskningsrådet R58:1974.

- Munther, K E, 1977, Tre energiprovhushus i Östersund, Byggforskningsrådet R58:1977.
- Munther, K E, 1980, Oljeförbrukning i småhus 1973-79, Byggforskningsrådet R150:1980.
- Munther, K E, 1983, Energisnåla småhus. Energi och effektbehov. Inverkan av energisparåtgärder. Temperaturkorrigering, Byggforskningsrådet R110:1982.
- Nilsson I, Hildingson, O, 1982, Radonhus. Exempel på åtgärder, Statens provningsanstalt, SP-RAPP 1982:37.
- Nilsson, S, Lundgren, T, 1979, Individuell varmvattenmätning. En undersökning i fyra bostadsområden, Byggforskningsrådet R23:1979.
- Nordtest, 1980, Energihushållning - byggnadsfysik, behov av provningsmetoder. Nordtest, teknisk rapport 001.
- Norin, F, 1983, Energibesparing i befintliga flerfamiljshus, Bostadsrättsföreningen Hultet, Partille, Byggforskningsrådet R82:1983.
- Nylund, P-O, 1984, Räkna med luftläckningen. Samspel byggnad - ventilation, Byggforskningsrådet R1:1984.
- Pettersson, B, Axén, B, 1980, Thermography. Testing of the thermal insulation and airtightness of buildings, Byggforskningsrådet, D5:1980.
- Pettersson, R, 1983, Lågenergihus genom utnyttjande av solvärme och värmeåtervinning. Förstudie, Byggnadsteknik, CTH, 1983.
- Pettersson, C G, 1974, Energihantering i lätt byggnad. Kvarteret Åkern 13, Byggforskningsrådet R15:1984.
- Ribbing, C-G, 1982, Selektiva fönster. Möjligheter till energibesparing genom strålningskontroll, Byggforskningsrådet R127:1982.
- Samuelson, I, 1981, Mögelluktande hus, Redovisning av skadefall, Statens provningsanstalt, SP-RAPP 1981:37.
- Sandberg, P I, 1982, Värmeledningsförmåga i fuktiga material. Förslag till provningsmetodik, Statens provningsanstalt, SP-RAPP 1982:07.
- Sandesten, S, Spakk, C-G, Thörnqvist, B, 1981, Nässjö polishus, del II. Förslag till energibesparande åtgärder och alternativprojektering, Byggforskningsrådet R108:1981.
- Statens planverk, 1978, Energihushållning i fritidshus, Dnr B 2580/77.
- Statens planverk, 1980, Solvärme i bebyggelseplaneringen, Rapport 53.

- Statens provningsanstalt, 1982, Hur länge håller bygget? Fem projekt i provhus, SP-RAPP 1982:09.
- Sund, O, 1983, Värmeåtervinning ur splittrade frånluftssystem i skola i Malmö, Byggeforskningsrådet R123:1983.
- Sundborn, L, 1983, Nordiskt experimentbyggnadsregister, Manuskript, Byggeforskningsrådet, 1983.
- Svensson, A, 1981, Värmeåtervinning ur ventilationsluft. Anderstorp 20, Skellefteå, Statens institut för byggnadsforskning, M81:23.
- Svensson, A, 1982, Värmeåtervinning ur ventilationsluft. Flerbostadshus i Söderhamn och Tensta, Statens institut för byggnadsforskning, M82:15.
- Södergren, D, Fagerstedt, A, 1983, Energiekonomi och inneklimat i enbostadshus med tung respektive lätt stomme, Byggeforskningsrådet R117:1983.
- Södergren, D, Puntila, A, 1983, Behovsstyrd ventilation. Pilotstudie där ventilationen styrs av koldioxidhalten i inomhusluften, Byggeforskningsrådet R67:1983.
- Träinformation 1982, Det resurssparande trähuset.
- Welmer, K, 1981, Metod att på ett kontrollerat sätt utnyttja en byggnadsstommes värmeackumuleringsförmåga för att spara energi, Byggeforskningsrådet R194:1981.
- Winqvist, T, 1982, Jordtäckta hus. Förstudie, Byggeforskningsrådet R64:1982.
- Wolgast, M, 1982, Det superisolerade huset, Gullfiber 1982.

Bilaga A Byggnadsdata för typhus

FLERBOSTADSHUS 1983

Typhus: 2 vän.

Antal hus: 820
 Antal våningar: 2
 Antal lägenheter: 8
 bredd: 10
 Bostadslägenhetsyta: 600
 Uppvärm area: 720
 Uppvärm volym: 1728
 El-och vv-energi: 24000
 Personvärme: 8000
 Fläktförl.: 2400
 Längd: 36
 Takarea: 360
 Väggarea: 360.864
 Golvarea: 360
 Fönsterarea: 92.736
 Dörrarea: 10.08

Typhus: 5 vän.

Antal hus: 155
 Antal våningar: 5
 Antal lägenheter: 20
 bredd: 11
 Bostadslägenhetsyta: 1500
 Uppvärm area: 1800
 Uppvärm volym: 4320
 El-och vv-energi: 60000
 Personvärme: 20000
 Fläktförl.: 6000
 Längd: 32.7273
 Takarea: 360
 Väggarea: 872.378
 Golvarea: 360
 Fönsterarea: 220.385
 Dörrarea: 9.16363

Typhus: 3 vän.

Antal hus: 110
 Antal våningar: 3
 Antal lägenheter: 18
 bredd: 11
 Bostadslägenhetsyta: 1350
 Uppvärm area: 1620
 Uppvärm volym: 3888
 El-och vv-energi: 54000
 Personvärme: 18000
 Fläktförl.: 5400
 Längd: 49.0909
 Takarea: 540
 Väggarea: 713.114
 Golvarea: 540
 Fönsterarea: 181.715
 Dörrarea: 13.7455

Typhus: 8 vän.

Antal hus: 121
 Antal våningar: 8
 Antal lägenheter: 32
 bredd: 12
 Bostadslägenhetsyta: 2400
 Uppvärm area: 2880
 Uppvärm volym: 6912
 El-och vv-energi: 96000
 Personvärme: 32000
 Fläktförl.: 9600
 Längd: 30
 Takarea: 360
 Väggarea: 1346.35
 Golvarea: 360
 Fönsterarea: 338.688
 Dörrarea: 8.4

Typhus: 4 vän.

Antal hus: 132
 Antal våningar: 4
 Antal lägenheter: 24
 bredd: 11
 Bostadslägenhetsyta: 1800
 Uppvärm area: 2160
 Uppvärm volym: 5184
 El-och vv-energi: 72000
 Personvärme: 24000
 Fläktförl.: 7200
 Längd: 49.0909
 Takarea: 540
 Väggarea: 955.401
 Golvarea: 540
 Fönsterarea: 242.286
 Dörrarea: 13.7455

Data per lägenhet

Bostadslägenhetsyta: 75
 Uppvärm area: 90
 Uppvärm volym: 216
 El-och vv-energi: 3000
 Personvärme: 1000
 Fläktförl.: 300
 Takarea: 28.1178
 Väggarea: 42.7511
 Golvarea: 28.1178
 Fönsterarea: 10.8755
 Dörrarea: .751004

SMÅHUS FRILIGGANDE
UTAN KÄLLARE**Typhus: 1 p**

Antal hus: 7042
 Antal våningar: 1
 Bredd: 7.7
 Längd: 14.1663
 Bostadsyta: 109.08
 Uppvärm area: 109.08
 Uppvärm volym: 261.793
 Takarea: 109.08
 Väggarea: 81.7086
 Golvarea: 109.08
 Fönsterarea: 19.2495
 Dörrarea: 4

Typhus: 1.5 plan

Antal hus: 6509
 Antal våningar: 1.5
 Bredd: 7.8
 Längd: 11.0924
 Bostadsyta: 143.722
 Uppvärm area: 143.722
 Uppvärm volym: 333.493
 Takarea: 127.618
 Väggarea: 88.3176
 Golvarea: 86.5208
 Fönsterarea: 19.2684
 Dörrarea: 5

Typhus: 2 plan

Antal hus: 662
 Antal våningar: 2
 Bredd: 7.1
 Längd: 9.6791
 Bostadsyta: 137.443
 Uppvärm area: 137.443
 Uppvärm volym: 329.864
 Takarea: 68.7216
 Väggarea: 51.285
 Golvarea: 68.7216
 Fönsterarea: 24.2547
 Dörrarea: 5

SMÅHUS FRILIGGANDE
MED KÄLLARE**Typhus: 1 plan**

Antal hus: 995
 Antal våningar: 1
 Bredd: 7.7
 Längd: 14.2497
 Bostadsyta: 109.723
 Uppvärm area: 109.723
 Uppvärm volym: 263.334
 Takarea: 109.723
 Väggarea: 81.9957
 Golvarea: 109.723
 Fönsterarea: 19.3628
 Dörrarea: 4

Typhus: 1.5 plan

Antal hus: 276
 Antal våningar: 1.5
 Bredd: 7.8
 Längd: 11.3145
 Bostadsyta: 146.6
 Uppvärm area: 146.6
 Uppvärm volym: 340.171
 Takarea: 130.173
 Väggarea: 89.078
 Golvarea: 88.2532
 Fönsterarea: 19.5741
 Dörrarea: 5

Typhus: 2 plan

Antal hus: 1436
 Antal våningar: 2
 Bredd: 7.1
 Längd: 10.1593
 Bostadsyta: 144.262
 Uppvärm area: 144.262
 Uppvärm volym: 346.23
 Takarea: 72.1312
 Väggarea: 52.3867
 Golvarea: 72.1312
 Fönsterarea: 25.4581
 Dörrarea: 5

SMÅHUS RADHUS UTAN KÄLLARE

Typhus: 1 plan

Antal hus: 1633
 Antal våningar: 1
 Bredd: 8.1
 Längd: 9.53086
 Bostadsyta: 77.2
 Uppvärm area: 77.2
 Uppvärm volym: 185.28
 Takarea: 77.2
 Väggarea: 32.5985
 Golvarea: 77.2
 Fönsterarea: 9.14963
 Dörrarea: 4

SMÅHUS RADHUS MED KÄLLARE

Typhus: 2 plan

Antal hus: 660
 Antal våningar: 2
 Bredd: 7.6
 Längd: 6.78947
 Bostadsyta: 103.2
 Uppvärm area: 103.2
 Uppvärm volym: 247.68
 Takarea: 51.6
 Väggarea: 47.1432
 Golvarea: 51.6
 Fönsterarea: 13.0358
 Dörrarea: 5

Typhus: 1.5 plan

Antal hus: 1818
 Antal våningar: 1.5
 Bredd: 8.5
 Längd: 7.37273
 Bostadsyta: 104.1
 Uppvärm area: 104.1
 Uppvärm volym: 241.554
 Takarea: 92.4356
 Väggarea: 20.3113
 Golvarea: 62.6682
 Fönsterarea: 11.0778
 Dörrarea: 4

Typhus: 2 plan

Antal hus: 1990
 Antal våningar: 2
 Bredd: 7.6
 Längd: 6.78947
 Bostadsyta: 103.2
 Uppvärm area: 103.2
 Uppvärm volym: 247.68
 Takarea: 51.6
 Väggarea: 47.1432
 Golvarea: 51.6
 Fönsterarea: 13.0358
 Dörrarea: 5

Energibalansberäkning enligt ENORM 1984-02-27 11.53.26

ANVÄNDA INDATA

Objekt: S 83. FRILIGGANDE UTAN KÄLLARE.
Ort: Medel-Sverige, Normalår

ALLMÄNT

Uppvärmd area: 126 (m²)
Fönsterandel av väggar: 18.2 (%)
Uppvärmd volym: 298 (m³)
Ventilerad volym: 253 (m³)
Värme kapacitet: 100 (Wh/gr c, m²)

BRUKARBEROENDE DATA

Innetemperatur: 20.0 (gr c)
Belysning, processvärme: 4000 (kWh/år) varav 80 % tillg f uppv.
Varmvatten: 3000 (kWh/år) varav 0 % - " -
Personvärme: 1300 (kWh/år) varav 100 % - " -
Fläktförluster: 0 (kWh/år) varav 0 % - " -

VENTILATIONS DATA

Driftsfall	Drifttid (timmar)	Luftoms. (ggr/tim)	Värmeåterv. (%)	Läckage (ggr/tim)
Fläkt avst.	0.0	-	-	0.10
Fläkt basv.	24.0	0.40	0	0.10
Fläkt fullv.	0.0	0.00	0	0.10

Frånluftsventilation

FÖNSTER DATA

Glasparti	Orientering	Glasarea	Solfaktor	Skuggningsf.	Lutning
1	N	1.4	0.75	0.60	0
2	D	3.4	0.75	0.60	0
3	S	5.5	0.75	0.60	0
4	V	3.4	0.75	0.60	0

TRANSMISSIONS DATA

Bygghel	Area	K-värde	KA-värde	Ev. Red.faktor
Tak	115.7	0.12	13.9	
Vägg	83.3	0.17	14.2	
Golv	96.9	0.30	29.1	0.70
Fönster	19.5	1.50	29.3	
Dörr	4.5	1.00	4.5	

Summa KA-värde: 82.1 (W/gr C)

VÄRMEPUMP FÖR TAPPVÄRMVATTEN OCH UPPVÄRMNING

Teoretisk systemårsvärmefaktor (inkl tillsatsvärme): 1.75
Tillsatsvärmeandel i värmepumpsystemet (%): 40
Reduktionsfaktor med hänsyn till praktisk drift: 0.80

Energibalansberäkning enligt ENORM 1984-02-27 11.53.37

BERÄKNADE UTDATA

=====

Objekt: S 83. FRILIGGANDE UTAN KÄLLARE.

Ort: Medel-Sverige, Normalår

MÅNADERNAS ENERGIBALANSER (kWh)

Mån dag.	Uppv.	Förluster			Utnyttj. gratis-energi, helår			Till-gängl. sol	Köpt energi upp. tot
		helår	vinter	trans vent	EL+VV	pers sol	sol (rad)		
Jan 31.0	2259	1497	761	272	110	109	109	1768	2362
Feb 28.3	2050	1359	691	248	101	115	115	1587	2128
Mar 31.0	1982	1314	668	272	110	213	213	1387	1981
Apr 30.0	1427	946	481	263	107	311	311	747	1321
Maj 22.7	931	453	230	272	110	424	440	126	720
Jun 0.0	526	0	0	263	107	157	423	0	575
Jul 0.0	313	0	0	223	91	0	416	0	594
Aug 0.0	452	0	0	272	110	70	369	0	594
Sep 28.4	839	527	268	263	107	255	255	214	789
Okt 31.0	1337	886	451	272	110	209	209	746	1340
Nov 30.0	1677	1112	565	263	107	138	138	1170	1745
Dec 31.0	1982	1314	668	272	110	91	91	1509	2104

Tot 263.4		9408		3151		2091		9253	
		15775	4784		1280		3090		16253

ARSENERGIBEHÖV (kWh/år)

VÄRMEENERGI:

- Uppvärmning (radiatorer, luftvärmare):	9253
- Varmvatten:	3000
- Producerat med värmepump:	7352
- Resterande nettobehov (tillsatsvärme):	4901
(direktelvärme)	
- Resterande bruttobehov (Verkn.grad 100.0 %):	4901
- D:o per m2 uppvärmd area:	39

BELYSNING, PROCESSER, DRIVENERGI:

- Belysning, processer mm:	4000
- D:o per m2 uppvärmd area:	32
- Drivenergi för värmepump:	3151
- Totalt:	7151
- D:o per m2 uppvärmd area:	57

VINTERNS FÖRLUSTER (kWh)

Tak 1590	Vägg 1622	Golv 2331	Fönster 3350
Dörr 515	övrigt 0		
Styrd ventilation 3827	Läckage 957		

ÖVRIGT

Gradtimmor under vintern: 114 535	Gradtimmor hela året: 127 313
Ekivalent k-värde för fönster: 0.74 (W/m2 gr c)	
Vinterns tillgodogjorda solenergi: 1694 (kWh)	

Transmissionsfaktor (T): 82.1	Ventilationsfaktor (V): 41.8
Förlustfaktor (F): 123.9	Ekv förlustfaktor (Fe): 109.1

Dimensionerande effekt för uppvärmning: 4.1 (kW)	
Tidskonstant (Värmekap/Uppv area/Förlustfaktor): 102 (h)	

Energibalansberäkning enligt ENORM 1984-02-28 11.21.39

ANVÄNDATA

=====

Objekt: F 83. FLERBOSTADSHUS BYGGDA 1983. TYPHUS 2 VANINGAR. "ÖVERDEL" EXKL. KÄLLARE.
Ort: Medel-Sverige, Normalår

ALLMANT

Uppvärd area: 720 (m²)
Fönsterandel av väggar: 20.0 (%)
Uppvärd volym: 1728 (m³)
Ventilerad volym: 1728 (m³)
Värme kapacitet: 210 (Wh/gr c, m²)

BRUKARBEROENDE DATA

Innetemperatur: 21.5 (gr c)
Belysning, processvärme: 24000 (kWh/år) varav 80 % tillg f uppv.
Varmvatten: 24000 (kWh/år) varav 0 % - " -
Personvärme: 8000 (kWh/år) varav 100 % - " -
Fläktförluster: 2400 (kWh/år) varav 0 % - " -

VENTILATIONS DATA

Driftsfall	Drifttid (timmar)	Luftoms. (ggr/tim)	Värmeåterv. (%)	Läckage (ggr/tim)
Fläkt avst.	0.0	-	-	0.10
Fläkt basv.	24.0	0.50	0	0.10
Fläkt fullv.	0.0	0.00	0	0.10

Frånluftsventilation

FÖNSTER DATA

Glasparti	Orientering	Glasarea	Solfaktor	Skuggningsf.	Lutning
1	N	6.5	0.75	0.60	0
2	O	16.2	0.75	0.60	0
3	S	26.0	0.75	0.60	0
4	V	16.2	0.75	0.60	0

TRANSMISSIONSDATA

Byggedel	Area	K-värde	KA-värde	Ev. Red.faktor
Tak	360.0	0.12	43.2	
Vägg	360.9	0.17	61.4	
Golv	360.0	0.10	36.0	1.00
Fönster	92.7	1.50	139.1	
Dörr	10.1	1.00	10.1	

Summa KA-värde: 289.7 (W/gr C)

VÄRMEPUMP FÖR TAPPVARMVATTEN OCH UPPVÄRNING

Teoretisk systemårsvärmefaktor (inkl tillsatsvärme): 1.75
Tillsatsvärmeandel i värmepumpsystemet (%): 40
Reduktionsfaktor med hänsyn till praktisk drift: 0.80

Energibalansberäkning enligt ENORM 1984-02-28 11.21.57

BERÄKNADE UTDATA

Objekt: F 83. FLERBOSTADSHUS BYGGDA 1983. TYPHUS 2 VANINGAR. "ÖVERDEL" EXKL. KÄLLARE.
 Ort: Medel-Sverige, Normalår

MANADERNAS ENERGIBALANSER (kWh)

Mån dag.	Uppv. dag.	Förluster		Utnyttj. gratis- energi, helår			Till- gängl. sol	Köpt energi uppv. (rad)	tot	
		helår	vinter	EL+VV	pers	sol				
Jan	31.0	12222	5604	6618	1630	679	519	519	9395	13673
Feb	28.3	11095	5087	6008	1485	619	548	548	8444	12342
Mar	31.0	10812	4957	5855	1630	679	1012	1012	7491	11769
Apr	30.0	7961	3650	4311	1577	657	1480	1480	4247	8387
Maj	30.2	5453	2437	2878	1630	679	2092	2092	1053	5331
Jun	2.3	3366	117	138	1577	657	1127	2009	6	4146
Jul	0.0	2303	0	0	1626	677	0	1980	0	4278
Aug	1.9	3009	85	100	1630	679	696	1756	4	4282
Sep	30.0	4959	2274	2685	1577	657	1214	1214	1511	5651
Okt	31.0	7522	3449	4073	1630	679	994	994	4219	8496
Nov	30.0	9235	4234	5001	1577	657	656	656	6345	10485
Dec	31.0	10812	4957	5855	1630	679	431	431	8072	12350
Tot 276.6			36851		19196		10767		50788	
		88750		43521		7999		14690		101188

ARSENERGIBEHOV (kWh/år)

VÄRMEENERGI:

- Uppvärmning (radiatorer, luftvärmare):	50788
- Varmvatten:	24000
- Producerat med värmepump:	44873
- Resterande nettobehov (tillsatsvärme): (FJÄRRVÄRME)	29915
- Resterande bruttobehov (Verkn.grad 95.0 %):	31490
- D:o per m2 uppvärmd area:	44

BELYSNING, PROCESSER, DRIVENERGI:

- Belysning, processer mm:	24000
- D:o per m2 uppvärmd area:	33
- Drivenergi för värmepump:	19231
- Totalt:	43231
- D:o per m2 uppvärmd area:	60

VINTERNS FÖRLUSTER (kWh)

Tak	5495	Vägg	7804	Golv	4579	Fönster	17687
Dörr	1285	övrigt	0				
Styrd ventilation	36268	Läckage	7254				

ÖVRIGT

Gradtimmar under vintern: 127 201 Gradtimmar hela året: 140 462
 Ekvivalent k-värde för fönster: 0.74 (W/m2 gr c)
 Vinterns tillgodogjorda solenergi: 8983 (kWh)

Transmissionsfaktor (T): 289.7 Ventilationsfaktor (V): 342.1
 Förlustfaktor (F): 631.8 Ekv förlustfaktor (Fe): 561.2

Dimensionerande effekt för uppvärmning: 19.9 (kW)
 Tidskonstant (Värmekap*Uppv area/Förlustfaktor): 239 (h)

Bilaga C Exempel på lönsamhetsberäkningar

Lönsamhetsberäkning enligt KALKYL 1984-05-07 18.08.08

R E S U L T A T

=====

Objekt: FRILIGGANDE SMAHUS. ALTERNATIV 3-B JÄMFÖRT MED MINKRAV ENL SÖN 80.

ALLMANT

Investeringsprojektets brukstid: 60 (år)

(Byggnadens brukstid är 60 år)

Kalkylränta: 4 (%)

INVESTERINGAR OCH RESTVÄRDE

Grundinvestering (kr)	Återinvestering (kr)	Tidpunkt eft år 0 (år)	Nuvärde (kr)	Avser
4041	--	0	4041	TAK
2526	-	0	2526	FÖNSTER
13262	-	0	13262	FTX
-4042	-	0	-4042	AVDRAG F-SYST
-758	-	0	-758	Utebliv inv
-	2526	20	1153	FÖNSTER
-	2526	40	526	
-	5936	15	3296	FTX
-	5936	30	1830	
-	5936	45	1016	

Summa: 22850 kr
Annuitet: 1010 (kr/år)

Restvärde 0 kr efter 60 år. Nuvärde: 0 kr
Annuitet: 0 (kr/år)

UNDERHÅLL

Underhållsbelopp (kr)	Tidpunkt efter år noll (år)	Nuvärde (kr)	Avser
1010	10	682	FTX
1010	25	379	
1010	40	210	
1010	55	117	
126	varje år	2951	

Summa: 4239 kr
Annuitet: 187 (kr/år)

ENERGIBESPARING

Energibesparing (kWh/år)	Energipris år 0 (noll) (kr/kWh)	Energiprisändring			Nuvärde (kr)
		Per 1 5 år	Per 2 20 år	Per 3 35 år	
		(%/år)	(%/år)	(%/år)	
Bas-energi DIREKTEL 4168	0.25	0.0	1.0	0.0	26318
Tillsats-energi SAKNAS 0	0.25	0.0	0.0	0.0	0

Summa: 26318 kr

Totalt nuvärde (Energibespar + Restv - Invest - Underh): -772 kr

Besparingskostnad (årliga betaln i början av året): 0.25 (kr/kWh)

Besparingskostnad (årliga betaln i slutet av året): (0.26) (kr/kWh)

Lönsamhetsberäkning enligt KALKYL 1984-05-07 18.17.57

R E S U L T A T

=====

Objekt: FRILIGGANDE SMAHUS. ALTERNATIV 5-C JÄMFÖRT MED MINKRAV ENL SÖN 80.

ALLMANT

Investeringsprojektets brukstid: 60 (år)
 (Byggnadens brukstid är 60 år)
 Kalkylränta: 4 (%)

INVESTERINGAR OCH RESTVARDE

Grundinvestering (kr)	Aterinvestering (kr)	Tidpunkt eft år 0 (år)	Nuvärde (kr)	Avser
4041	-	0	4041	TAK
2526	-	0	2526	FÖNSTER
13262	-	0	13262	VÄGG
22734	-	0	22734	FVP
-4421	-	0	-4421	AVDRAG F-SYST
-4421	-	0	-4421	AVDRAG VV-BEREDARE
-1263	-	0	-1263	Utebliv inv
-	13893	15	7714	FVP
-	13893	30	4283	
-	13893	45	2378	
-	2526	20	1153	FÖNSTER
-	2526	40	526	

Summa: 48513 kr
 Annuitet: 2144 (kr/år)

Restvärde 0 kr efter 60 år. Nuvärde: 0 kr
 Annuitet: 0 (kr/år)

UNDERHALL

Underhållsbelopp (kr)	Tidpunkt efter år noll (år)	Nuvärde (kr)	Avser
1516	10	1024	KOMPRESSOR MM
1516	25	569	
1516	40	316	
1516	55	175	
126	varje år	2851	

Summa: 4934 kr
 Annuitet: 218 (kr/år)

ENERGIBESPARING

	Energibesparing (kWh/år)	Energipris år 0 (noll) (kr/kWh)	Energiprisändring			Nuvärde (kr)
			Per 1 5 år	Per 2 20 år	Per 3 35 år	
			(%/år)	(%/år)	(%/år)	
Bas- energi	0	0.25	0.0	1.0	0.0	0
	DRIVEL FVP					
Tillsats- energi	8336	0.25	0.0	0.0	0.0	47147
	DIREKTELVARME					

Summa: 47147 kr

Totalt nuvärde (Energibesparing + Restv - Invest - Underh): -6300 kr

Besparingskostnad (årliga betaln i början av året): 0.27 (kr/kWh)

Besparingskostnad (årliga betaln i slutet av året): (0.28) (kr/kWh)

Lönsamhetsberäkning enligt KALKYL 1984-05-07 18.26.37

R E S U L T A T

=====

Objekt: LÅGENHET I 4-VANINGSHUS.ALTERNATIV 3-B JÄMFÖRT MED SBN 80.

ALLMANT

Investeringsprojektets brukstid: 60 (år)
 (Byggnadens brukstid är 60 år)
 Kalkylränta: 4 (%)

INVESTERINGAR OCH RESTVÄRDE

Grundinvestering (kr)	Aterinvestering (kr)	Tidpunkt eft år 0 (år)	Nuvärde (kr)	Avser
720	-	0	720	TAK
990	-	0	990	FÖNSTER
13500	-	0	13500	FTX-SYST
-5400	-	0	-5400	AVDRAG F-SYST
-450	-	0	-450	Utebliv inv
-	2700	15	1499	FTX
-	2700	30	832	
-	2700	45	462	
-	990	20	452	FÖNSTER
-	990	40	206	

Summa: 12812 kr
 Annuitet: 566 (kr/år)

Restvärde 0 kr efter 60 år. Nuvärde: 0 kr
 Annuitet: 0 (kr/år)

UNDERHÅLL

Underhållsbelopp (kr)	Tidpunkt eft år 0 (år)	Nuvärde (kr)	Avser
540	10	365	FTX
540	25	203	
540	40	112	
540	55	62	
90	varje år	2036	

Summa: 2778 kr
 Annuitet: 123 (kr/år)

ENERGIBESPARING

	Energibesparing (kWh/år)	Energipris år 0 (noll) (kr/kWh)	Energiprisändring			Nuvärde (kr)
			Per 1 5 år	Per 2 20 år	Per 3 35 år	
Bas- energi	2790	0.25	0.0	1.0	0.0	17617
	FJARRVÄRME					
Tillsats- energi	0	0.25	0.0	0.0	0.0	0
	SAKNAS					

Summa: 17617 kr

Totalt nuvärde (Energibesparing + Restv - Invest - Underh): 2026 kr

Besparingskostnad (årliga betalning i början av året): 0.21 (kr/kWh)
 Besparingskostnad (årliga betalning i slutet av året): (0.22) (kr/kWh)

Lönsamhetsberäkning enligt KALKYL 1984-05-07 18.34.11

R E S U L T A T

=====

Objekt: LAGENHET I 4-VANINGSHUS. ALTERNATIV 5-C JÄMFÖRT MED SBN B0.

ALLMANT

Investeringsprojektets brukstid: 60 (år)
 (Byggnadens brukstid är 60 år)
 Kalkylränta: 4 (%)

INVESTERINGAR OCH RESTVÄRDE

Grundinvestering (kr)	Aterinvestering (kr)	Tidpunkt eft år 0 (år)	Nuvärde (kr)	Avser
720	-	0	720	TAK
990	-	0	990	FÖNSTER
3150	-	0	3150	VÄGG
10800	-	0	10800	FVP
-6030	-	0	-6030	AVDRAG F-SYST
-1980	-	0	-1980	AVDRAG VV-BEREDARE
-450	-	0	-450	Utebliv inv
-	990	20	452	FÖNSTER
-	990	40	206	
-	4050	15	2249	KOMPRESSOR MM
-	4050	30	1249	
-	4050	45	693	

Summa: 12049 kr
 Annuitet: 533 (kr/år)

Restvärde 0 kr efter 60 år. Nuvärde: 0 kr
 Annuitet: 0 (kr/år)

UNDERHÅLL

Underhållsbelopp (kr)	Tidpunkt efter år noll (år)	Nuvärde (kr)	Avser
990	10	667	KOMPRESSOR MM
990	25	371	
990	40	206	
990	55	114	
90	varje år	2036	

Summa: 3397 kr
 Annuitet: 150 (kr/år)

ENERGIBESPARING

Energibesparing (kWh/år)	Energipris år 0 (noll) (kr/kWh)	Energiprisändring			Nuvärde (kr)	
		Per 1 5 år	Per 2 20 år	Per 3 35 år		
Bas- energi	0	0.25	0.0	1.0	0.0	0
	DRIVEL FVP.					
Tillsats- energi	5130	0.25	0.0	0.0	0.0	29015
	FJARRVÄRME					

Summa: 29015 kr

Totalt nuvärde (Energibesparing + Restv - Invest - Underh): 13569 kr

Besparingskostnad (årliga betalning i början av året): 0.13 (kr/kWh)
 Besparingskostnad (årliga betalning i slutet av året): (0.13) (kr/kWh)

Tabell 5.9

Ort: Umeå

Isolergrad 1-6 ⁽¹⁾ Installationsalt A-F ⁽¹⁾ Källarlös grundlägg	Energibehov kWh/låg.år	SBN 80	1985-95	1995-2000	2010
		1-A F-vent	ELAK % 40%	5-D FVP- ϕ =2,3	6-F FTX-100%
Friliggande småhus Uppvärmd area 126 m ² (Bottenbjlg 97 m ²)	Varmvatten	4000	4000	3000	2500
	Uppvärmning	14963	8978	11285	2029
	Σ Värmeenergi	18963	12978	(5714)	4529
	Drivenergi	-	-	3673	-
	Hushållsel	5000	5000	4000	3000
	Σ Elenergi	23963	17978	13387	7529
Do vattenburen	25224	18924	14092	7925	
Radhus Uppvärmd area 96 m ² (Bottenbjlg 63 m ²)	Varmvatten	4000	4000	3000	2500
	Uppvärmning	7833	4700	6326	589
	Σ Värmeenergi	11833	8700	(3730)	3089
	Drivenergi	-	-	2398	-
	Hushållsel	5000	5000	4000	3000
	Σ Elenergi	16833	13700	10128	6089
Do vattenburen	17719	14421	10661	6409	
Lägenhet i 2 vån, flerbostadshus Uppvärmd area 90 m ² (Bottenbjlg 45 m ²)	Varmvatten	3000	3000	2000	2000
	Uppvärmning	9932	5959	8320	598
	Σ Värmeenergi	12932	8959	(4128)	2598
	Drivenergi	-	-	2654	-
	Hushållsel	3000	3000	2000	2000
	Σ Elenergi	3000	3000	4654	2000
Σ Värmeenergi ⁽²⁾	13613	9431	4345	2735	
Lägenhet i 8 vån, flerbostadshus Uppvärmd area 90 m ² (Bottenbjlg 11 m ²)	Varmvatten	3000	3000	2000	2000
	Uppvärmning	7953	4772	6880	171
	Σ Värmeenergi	10953	7772	(3552)	2171
	Drivenergi	-	-	2283	-
	Hushållsel	3000	3000	2000	2000
	Σ Elenergi	3000	3000	4283	2000
Σ Värmeenergi ⁽²⁾	11529	8181	3739	2285	

1) Jämför 5.1.3

2) Vattenburen värme

Tabell 5.10

Ort: Stockholm

Isolergrad 1-6 ⁽¹⁾ Installationsalt A-F ⁽¹⁾ Källarlös grundlägg	Energibehov kWh/låg.år	SBN 80	1985-95	1995-2000	2010
		1-A F-vent	ELAK % 40%	5-D FVP- ϕ =2,3	6-F FTX-100%
Friliggande småhus Uppvärmd area 126 m ² (Bottenbjlg 97 m ²)	Varmvatten	4000	4000	3000	2500
	Uppvärmning	10935	6561	8324	1228
	Σ Värmeenergi	14935	10561	(4530)	3728
	Drivenergi	-	-	2912	-
	Hushållsel	5000	5000	4000	3000
	Σ Elenergi	19935	15561	11442	6728
Do vattenburen	20984	16380	12044	7082	
Radhus Uppvärmd area 96 m ² (Bottenbjlg 63 m ²)	Varmvatten	4000	4000	3000	2500
	Uppvärmning	5578	3347	4492	247
	Σ Värmeenergi	9578	7347	(2997)	2747
	Drivenergi	-	-	1927	-
	Hushållsel	5000	5000	4000	3000
	Σ Elenergi	14578	12347	8924	5747
Do vattenburen	15345	12997	9394	6049	
Lägenhet i 2 vån, flerbostadshus Uppvärmd area 90 m ² (Bottenbjlg 45 m ²)	Varmvatten	3000	3000	2000	2000
	Uppvärmning	7551	4531	6334	303
	Σ Värmeenergi	10551	7531	(3333)	2303
	Drivenergi	-	-	2143	-
	Hushållsel	3000	3000	2000	2000
	Σ Elenergi	3000	3000	4143	2000
Σ Värmeenergi ⁽²⁾	11106	7927	3509	2424	
Lägenhet i 8 vån, flerbostadshus Uppvärmd area 90 m ² (Bottenbjlg 11 m ²)	Varmvatten	3000	3000	2000	2000
	Uppvärmning	5974	3584	5186	59
	Σ Värmeenergi	8974	6584	(2874)	2059
	Drivenergi	-	-	1847	-
	Hushållsel	3000	3000	2000	2000
	Σ Elenergi	3000	3000	3847	2000
Σ Värmeenergi ⁽²⁾	9446	6931	3026	2167	

1) Jämför 5.1.3

2) Vattenburen värme

Tabell 5.11

Ort: Malmö

Isolergrad 1-6 ⁽¹⁾ Installationsalt A-F ⁽¹⁾ Källarlös grundlägg	Energibehov kWh/låg.år	SBN 80	1985-95	1995-2000	2010
		1-A F-vent	ELAK % 40%	5-D FVP- $\phi=2,3$	6-F FTX-100%
Friliggande småhus Uppvärmd area 126 m ² (Bottenbjlg 97 m ²)	Varmvatten	4000	4000	3000	2500
	Uppvärmning	9140	5484	6925	867
	Σ Värmeenergi	13140	9484	(3970)	3367
	Drivenergi	-	-	2552	-
	Hushållsel	5000	5000	4000	3000
Σ Elenergi	18140	14484	10522	6367	
Do vattenburen	19095	15246	10731	6702	
Radhus Uppvärmd area 96 m ² (Bottenbjlg 63 m ²)	Varmvatten	4000	4000	3000	2500
	Uppvärmning	4530	2718	3630	129
	Σ Värmeenergi	8530	6718	(2652)	2629
	Drivenergi	-	-	1705	-
	Hushållsel	5000	5000	4000	3000
Σ Elenergi	13530	11718	8357	5629	
Do vattenburen	14242	12335	8797	5925	
Lägenhet i 2 vån, flerbostadshus Uppvärmd area 90 m ² (Bottenbjlg 45 m ²)	Varmvatten	3000	3000	2000	2000
	Uppvärmning	6421	3853	5390	194
	Σ Värmeenergi	9421	6853	(2956)	2194
	Drivenergi	-	-	1900	-
	Hushållsel	3000	3000	2000	2000
Σ Elenergi	3000	3000	3900	2000	
Σ Värmeenergi ⁽²⁾	9917	7214	3112	2309	
Lägenhet i 8 vån, flerbostadshus Uppvärmd area 90 m ² (Bottenbjlg 11 m ²)	Varmvatten	3000	3000	2000	2000
	Uppvärmning	5026	3016	4382	25
	Σ Värmeenergi	8026	6016	(2553)	2025
	Drivenergi	-	-	1641	-
	Hushållsel	3000	3000	2000	2000
Σ Elenergi	3000	3000	3641	2000	
Σ Värmeenergi ⁽²⁾	8448	6333	2687	2132	

1) Jämför 5.1.3

2) Vattenburen värme



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

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

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

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

Art.nr: 6704140

Abonnemangsgrupp:
W. Installationer

Distribution:
Svensk Byggtjänst, Box 7853
103 99 Stockholm

Cirkapris: 40 kr exkl moms

R140: 1984

ISBN 91-540-4209-7

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm