



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

R75:1983

Energihushållning i fjärrvärme- försörjd bebyggelse

**Torwald Bergström
Tom Rosander**

INSTITUTET FÖR BYGGDOKUMENTATION

Accnr

Plac

ser

K
AND

Byggeforskningsrådet

R75:1983

ENERGIHUSHÅLLNING I FJÄRRVÄRMEFÖRSÖRJD BEBYGGELSE

Torwald Bergström
Tom Rosander

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 781076-2
från Statens råd för byggnadsforskning till Byggnads-
nämnden i Västerås kommun.

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

R75:1983

ISBN 91-540-3962-2

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

LiberTryck Stockholm 1983

INNEHÅLL

1	SAMMANFATTNING OCH SLUTSATSER	4
1.1	Projektets uppläggning och resultat	4
1.2	Några slutsatser om styrmedlen	9
2	INLEDNING	13
2.1	Problem	13
2.2	Projektets syften	14
2.3	Metoder	15
3	UTGÅNGSLÅGE 1979	18
3.1	Bebyggelsen i Västerås	18
3.2	Fjärrvärmesystemets uppbyggnad 1979	22
3.3	Energisparverksamheten fram till 1979	26
4	BESIKTNINGSMETODEN	29
4.1	Urval	29
4.2	Energistatus	32
4.3	Energisparmöjligheter	34
5	DATAMETODEN	38
5.1	Underlag, program	38
5.2	Energistatus	38
5.3	Energisparmöjligheter	44
6	KALKYLER FÖR SPARMÖJLIGHETER	48
6.1	Kulturmiljö	48
6.2	Hälsoskydd	52
6.3	Fastighetsägarnas initiativ	52
6.4	Beräknade praktiska sparmöjligheter	53
7	KONTROLLBERÄKNINGAR	55
7.1	Vidtagna åtgärder i typhusen	55
7.2	Energistatus 1982	58
7.3	Teoretiska metodernas tillförlitlighet	62
7.4	Korrelationskörningar	64
8	FJÄRRVÄRMESYSTEMET	66
8.1	Övergång till koleldning	66
8.2	Värme pump vid avloppsreningsverket	68
8.3	Närmast planerade förändringar	69
8.4	Energihushållningens inverkan på fjärrvärmesystemet	71

1 SAMMANFATTNING OCH SLUTSATSER

1.1 Projektets uppläggning och resultat

Västerås tätort har en osedvanligt långt driven utbyggnad av fjärrvärme. Projektet avser att belysa dels om sparmålet 30 % på 10 år är realistiskt även i fjärrvärmeförsörjd bebyggelse och dels hur ett sådant sparande kan tänkas påverka systemets funktion och ekonomi. Genom projektets tidsutsträckning har vi fått möjlighet att kontrollera de teoretiska beräkningsmodellerna mot faktiskt uppnått resultat av genomförda sparåtgärder under tre år.

I projektet behandlas energiförbrukningen i ca 40.000 lägenheter, merparten tillkomna under perioden 1950-70. Värmeproduktionen är över 1900 Gwh/år. Statistiska data om befolkning, lägenheter och byggnadsbeståndet har efter speciellt programarbete kunnat samköras med uppgifter om energiåtgången. Förbrukningen har också kunnat jämföras mellan olika befolkningsgrupper om totalt ca 80.000 personer. De stora informationsvolymerna bör innebära att felkällorna får en relativt liten betydelse.

Den teoretiskt möjliga sparpotentialen har beräknats med två metoder, besiktningsmetoden och datametoden. Därefter har korrigering skett till den praktiskt möjliga sparpotentialen inom 10-årsperioden. Kontrollmöjligheten efter tre år har sedan resulterat i en justerad prognos för perioden.

Besiktningsmetoden innebär att man genom noggrann besiktning och analys av ett antal representativa typhus beräknar deras energiförbrukning och sparmöjligheter vid olika åtgärder. Resultatet av besiktningarna kan appliceras på hela bostadsbeståndet varvid en beräkning av energisparmöjligheten kan göras.

Urvalet begränsades till bostadshusen varibland 48 objekt valdes med varierande ålder, väggmaterial, storlek m m. Varje byggnads egenskaper och standard noterades i ett besiktningsprotokoll. Energistatus, dvs kvoten mellan beräknad energiåtgång och energiförbrukning om byggnaden skulle uppfyllt kraven i SBN 75, räknades fram för varje objekt. Vissa byggnader uppfyllde nästan kraven i SBN 75 medan de sämsta förbrukade drygt dubbelt så mycket.

Lämpliga energisparåtgärder angavs för varje byggnad, grupperade i två etapper. Etapp 1 innehöll enklare åtgärder såsom tätning av fönster, automatik och injustering av värme samt tilläggsisolering av lättåtkomliga vindsbjälklag. Etapp 2 innehöll de tyngre åtgärderna på byggnaden och VVS-systemet. Effekten av de olika åtgärderna varierar avsevärt för de olika typhusen. Energibesparingen av etapp 1 varierar mellan 2-20 % och av etapp 1 och 2 tillsammans mellan 7-38 %. Dagens snittliga spareffekten blev för etapp 1 12,8 % och etapp 2 9,3 %, dvs totalt 22,1 %. Vi fann inget klart samband mellan energistatus och beräknad sparmöjlighet.

Datametoden bygger på en samkörning av de uppgifter som finns om bebyggelsens art och ålder, ytor, volymer och standard med uppgifter om befolkning och energiförbrukning. På detta sätt har energiförbrukningen kunnat ställas dels mot byggnadstekniska och dels mot sociologiska faktorer. Programmet har resulterat i ett flertal datatabeller med gradvis utsorterade osäkerheter. En körning med specifik förbrukning per fastighet, sorterad efter stigande värden har varit en god utgångspunkt för att inrikta det praktiska arbetet mot de sämsta byggnaderna.

Av större allmänt intresse är redovisningen av medelförbrukningen för varje statistikområde. Energiförbrukningen är korrigerad för klimatfaktorerna till normalår. I den mest tillförlitliga beräkningen har vi sorterat bort alla områden som inte har minst 95 % bostadsyta. Med ledning av förbrukningstalen har vi delat in bebyggelsen i 4 klasser, den bästa motsvarar kraven i SBN 75 och den sämsta förbrukar mer än dubbelt så mycket. För småhusområdena har en korrektionsfaktor införts med hänsyn till den normenliga högre specifika förbrukningen. Resultatet framgår av figur 7.

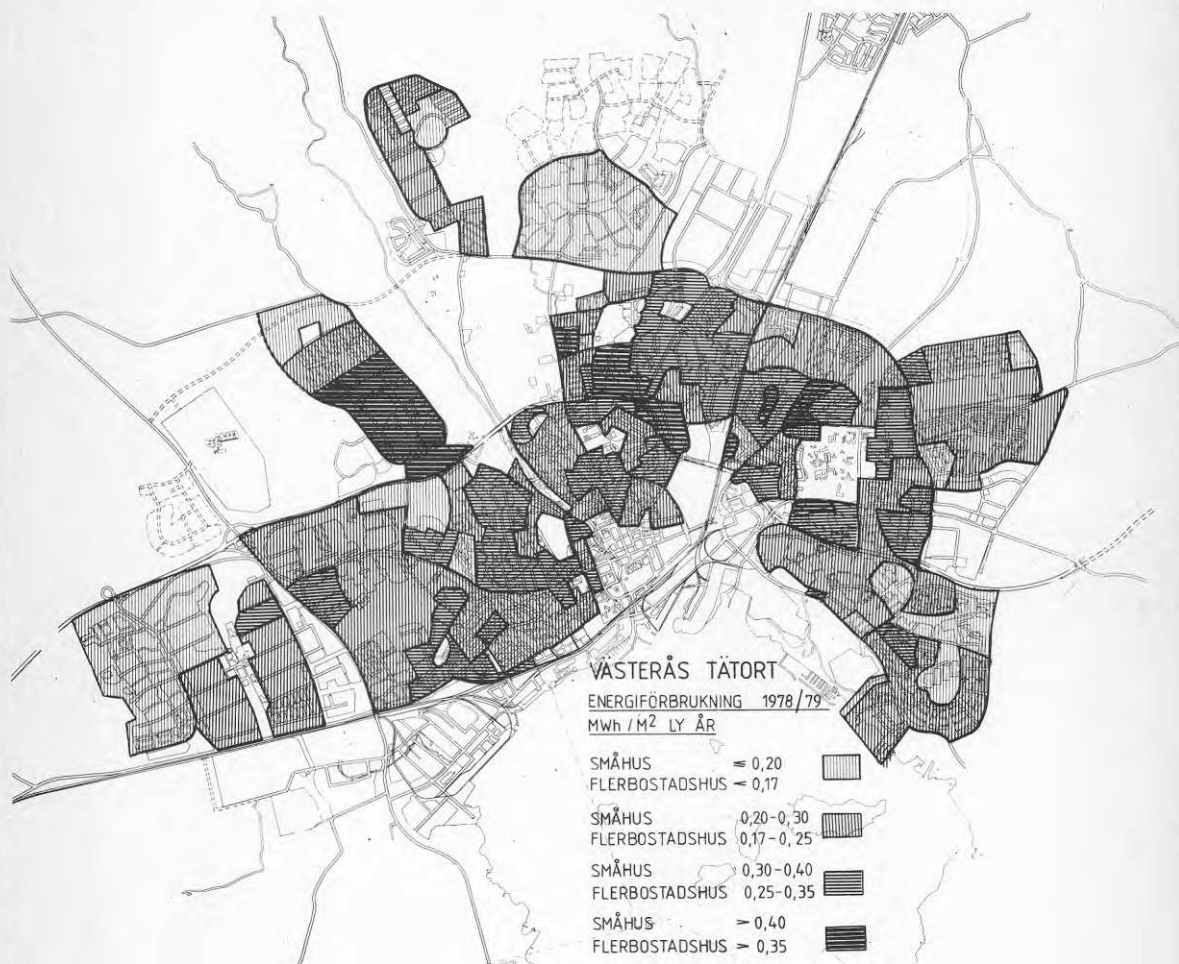
De sämsta områdena har flerbostadshus dels från 60-talets industrialiserade teknik och dels äldre områden med bristande underhåll. Resultatet blev att av totalförbrukningen på 800.000 MWh (45 % av fjärrvärmeförbrukningen) skulle åtgärder enligt steg 1 ge en besparing på totalt 109.000 MWh, vilket motsvarar 13,6 %. Siffran är 0,8 % högre än resultatet av besiktningsmetoden. Med ett energipris på 150-200 kr/MWh motsvarar steg 1 en årlig besparing av 6-8 kr/m² eller 3-5 % av hyreskostnaden.

Besiktnings- och datametoden har var för sig lett till en teoretiskt beräknad sparmöjlighet i steg 1 på ca 13 % och i steg 2 (besiktningsmetoden) på ca 9 % eller totalt 22 %. Detta skulle förutsätta att alla beräknade åtgärder utfördes i alla byggnader. Detta saknar praktiska förutsättningar att realiseras. Därför har vi gjort en kalkyl för de beräknade praktiska sparmöjligheterna.

Sparåtgärderna skall enligt riksdagsbeslutet ta erforderlig hänsyn till bebyggelsens kulturhistoriska värde. Kommunfullmäktige har antagit ett bevarandeprogram som utpekat de områden och byggnader där särskild hänsyn är påkallad. Det är framförallt vissa åtgärder i steg 2 som man kan få avstå från - fasadbeklädnad, fönsterbyten och tilläggsisolering på fasad. Eftersom dessa åtgärder endast motsvarar ca 3 % energibesparing, anser vi att bortfallet i bevarandeområdena utslaget på hela beståndet är försumbart m h t de övriga felmarginalerna.

Vi har också analyserat begränsningar till följd av hälsorisker, fukt- och mögelrisker, förhöjd radonhalt samt bortfall beroende på bristande initiativ hos fastighetsägarna. Den senare orsaken tror vi kan få betydande effekter på steg 2 som har dålig fastighetsekonomisk lönsamhet. Vi har därför bedömt att steg 1 kan genomföras till 80 % och steg 2 till 50 %. Det praktiskt möjliga sparandet under 10-årsperioden blir då 16 %. Tillsammans med uppnått sparande under 1978-79 gör det 23 %. Vid individuell uppvärmning skulle det ha till-

FIG. 7. Bostadsbebyggelsens energistatus 1978/79.



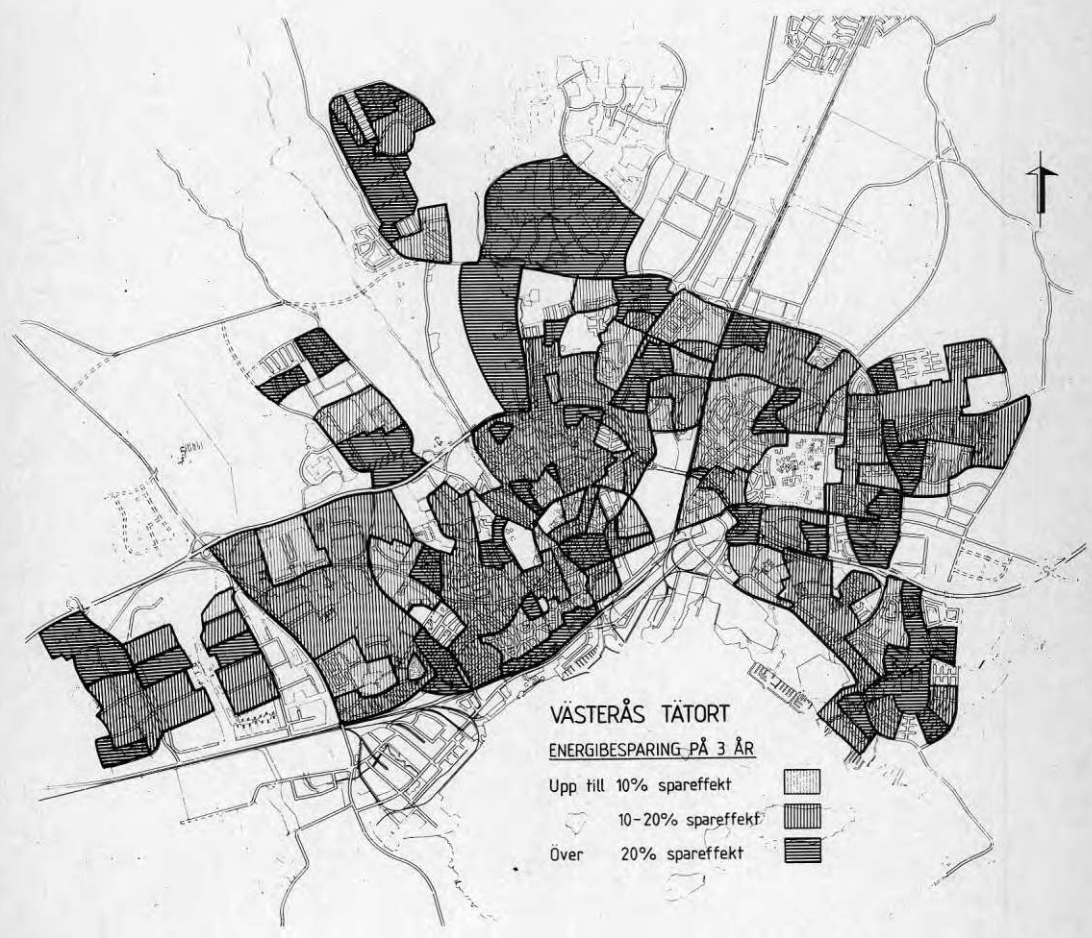
kommit en sparmöjlighet genom pantrimning etc på 6-10 %. Vår teoretiska beräkning skulle därmed rätt väl verifiera realismen i statsmakternas målsättning med 30 % på 10-årsperioden.

Genom kontrollberäkningar baserade på energiförbrukningen efter tre år har vi kunnat jämföra de teoretiskt beräknade sparmöjligheterna med de faktiskt uppnådda. Efter dokumentation av vidtagna åtgärder i typhusen kan vi konstatera att

steg 1 gett ett större energisparande än beräknat och att steg 2 är mer tveksamt men effektivt om det följs upp med temperaturreglering etc. Den teoretiskt beräknade spareffekten i varje fastighet stämmer dåligt med den verkliga.

Energistatus per område visar stora förbättringar. Inget område finns kvar i den sämsta klassen - fler än hälften av områdena har förbättrats en klass, dvs drar ca 0,10 MWh/m² och år mindre energi än för tre år sedan. Flera områden har redan nått det sparande vi teoretiskt räknade med på hela 10-årsperioden, vilket framgår av figur 15.

FIG. 15. Uppnått energisparande på 3 år.



Totalt har inom bostadsbeståndet sparats 17 % enligt förbrukningstalen medan fjärrvärmeproduktionen under samma treårsperiod sjunkit 12 %. Detta visar att energisparinsatserna i lokaler, industri m m inte alls varit så effektiva som inom bostadsbebyggelsen. Den totala genomsnittliga förbrukningen i bostäderna är 1982 nere i 0,22 MWh/m² och år. Småhusen, som borde dra mer energi per m² ligger lägre än genomsnittet (0,20 MWh/m² och år), vilket visar att dessa kommit längst i sparåtgärder.

Kontrollberäkningarna har visat att de teoretiska metoderna undervärderat effekten av de enkla åtgärderna i steg 1 med ca 5 %. Vi har därför utfört två nya prognoser på praktiskt möjligt sparande inom 10-årsperioden. Den ena prognosen bygger på samma inbördes relationer i sparpotential mellan områdena som vi antagit tidigare, men en ökad spareffekt av steg 1. Beräkningen gav en prognos på 19,8 % sparande av de enkla åtgärderna. I den andra prognosen har vi bibehållit de tidigare antagna sparprocenten (5, 15 och 25 %) men med kännedom om de olika områdenas situation klassat om dem. Denna prognos visade 17,7 % spareffekt av steg 1. Den förhöjda effekten av steg 1 har gett en beräknad praktiskt möjlig sparpotential inom åren 1978-88 på 28 % för bostadsbeståndet och 25 % totalt. En jämförelse mellan olika sparantaganden framgår av tabell 0.

TAB. 0. Jämförelse mellan olika antaganden om sparmöjligheter 1978-88 (11 år)

Bedömning/källa	Uppnått 1978-79	Sparmöjligheter i %		totalt
		steg 1 1979-88	steg 2 1979-88	
Statsmakternas mål ¹⁾				25 (30)
Besiktningemetoden, teoretiskt		12,8	9,3	
praktiskt	7 ²⁾	10	4	21
Datametoden, teoretiskt		13,6	10	
praktiskt	7	11	5	23
Prognos 1982:1, teoretiskt		19,8	10	
praktiskt	7	18	5	30
Prognos 1982:2, teoretiskt		17,7	10	
praktiskt	7	16	5	28

Anmärkningar

- 1) Målet är 30 % inom all sorts bebyggelse. Det inkluderar sparmöjligheten genom panntrimning som redan är utnyttjad vid fjärrvärme. Som jämförelse har vi därför satt 25 % totalt.
- 2) Uppnått sparande i Västerås 1978-79.

Slutligen gjordes några korrelationsberäkningar. I den ena relaterades förbrukningen till befolkningens medianålder i områdena. Resultatet visar att områden där medianåldern är över 60 år förbrukas 30 % mer än där medianåldern är 25-30 år. Siffran grundar sig på en befolkning på ca 80.000 personer och är anmärkningsvärt hög. En förjupad analys förefaller angelägen. I den andra relaterades förbrukningen till lägenhetsstorleken i områdena. Som väntat sjunker den specifika förbrukningen med ökad lägenhetsstorlek. Denna tendens förstärks efter genomförda energisparåtgärder eftersom köks- och hygiendelarna inte berörs av sparåtgärderna.

Energisparplanens effekter för fjärrvärmesystemet har något analyserats. Vi konstaterar till en början att en hel del systemförändringar genomförts under de senaste åren. En övergång till kolteknik innebär att oljebehovet på tre år minskar med 190.000 m³/år och ersätts med kolbehov på 290.000 ton/år. Investeringskostnaden är 290 miljoner kronor med en lönsamhet i dagens priser räknat som är betydligt högre än åtgärder i byggnadsbeståndet i steg 2. Driftsresultat från installerad värmepump till avloppsreningsverket redovisas också. Den visar svårigheterna att kalkylera på ett integrerat system som är beroende av råkraftsprisets variation.

Sparplanen resulterar i ett produktionsbortfall på 30 % vilket inte nämnvärt påverkar systemet om 10 år. Taxan består till ca 80 % av produktionskostnader och 20 % distributionskostnader. Taxan är självkostnadstäckande. Eftersom en sådan stor del beror av bränslepriset kommer ca 80 % av sparad energikostnad abonnenterna till godo i form av lägre konsumtionsavgift. Det lönar sig alltså bra att spara även i fjärrvärmeförsörjning bebyggelse!

Slutligen har vi konstaterat att förutsättningarna att ansluta småhusområden drastiskt har försämrats. Det beror dels på lågt värmeunderlag och dels på planorganisationen med lågt markutnyttjande. Den lokala distributionens förluster kan i sämsta fall svara för 35 % av energiåtgången. Elvärme torde i de flesta fall vara bästa alternativet.

1.2 Några slutsatser om styrmedlen, behovet av fortsatta analyser m m

Projektet ingår i den grupp som syftar till att bl a belysa styrmedlens funktion och eventuella brister. De slutsatser projektet ger oss underlag att dra om styrmedlens utformning kan hänföras till två huvudgrupper, nämligen

- styrmedlens konsekvenser i ett integrerat system (punkterna 1 - 7 nedan)
- styrmedlens möjligheter att påverka sparmålet till 30 % på 10 år (punkterna 8 - 11)

Slutsatserna får betraktas som preliminära. I en del fall avser de snarast att peka ut angelägna områden för fortsatta studier som vi anser vore värdefulla för att påverka styrmedlen i ett längre perspektiv. Vi har valt att redovisa slutsatserna i kort punktform. Underlag och resonemang återfinns i rapportens olika avsnitt som vi ibland hänvisar till.

- 1) Fjärrvärmesystemets ekonomi är snabbörlig eftersom den är beroende av energipris, skatter, inflation, räntenivå m m. Byggnadstekniska åtgärder, åstadkomna genom stimulans av fastighetsägarnas frivilliga insatser, har stor tröghet och innebär långsiktiga effekter. Från energisparsynpunkt är det angeläget med åtgärder i alla led - produktion, distribution och konsumtion. Lönsamheten av insatta ekonomiska resurser kan emellertid inte jämföras mellan de olika leden (kapitel 8).
- 2) De politiska målen i energisparplanen är främst att minska konsumtionen och därmed också minska utlandsberoendet. En lägre konsumtionsnivå möjliggör teknikutveckling för att nyttja inhemsk energiråvara och förnyelsebara resurser. Den långsiktiga hushållningsaspekten är överordnad kortsiktiga ekonomiska effekter. I ett integrerat system med fjärrvärme som också är knutet till elproduktion för rikskraftnätet, är det särskilt angeläget att styrmedlen utformas så att hushållningsaspekten tillgodoses även om de ekonomiska incitamenten inom överblickbar tid talar emot åtgärderna (kapitel 7 och 8).
- 3) Sparåtgärderna i ett integrerat system bör kunna sättas in där bästa långsiktiga hushållningseffekten nås. Samhällets stimulanser inriktar sig främst på effektiv produktion och hushållning i själva byggnaden. En undervärderad sparpotential finns enligt vår uppfattning i åtgärder i det finmaskigare serviceledningssystemet. Det handlar om förbättringar av rörsystemets sträckning och tekniska utformning framförallt på kvartersmark. Bristerna hänger bl a samman med svårigheten att samordna ledningsutbyggnad med bebyggelsens projektering och upphandling. Energisparstödet till bebyggelse bör utformas så att åtgärder på ledningsnätet ingår. Dessa åtgärder bör sannolikt premieras högre än vissa byggnadstekniska åtgärder (kapitel 7 och 8).
- 4) Energisparstödet bör i det konkreta fallet inriktas mot de åtgärder i systemet som ger bästa långsiktiga sparprocenten. Kommunerna har fått vissa möjligheter att påverka stödets tillämpning och tidsmässiga förläggning i olika områden inom kommunen. I fjärrvärmeförsörd bebyggelse bör förmedlingsorganet få större frihet att stimulera och prioritera åtgärderna från både systemtekniska och byggnadstekniska utgångspunkter. Detta kräver ett samlat ansvar för energisparverksamheten och en fast samordning mellan byggnadsinspektion, tekniska verken och förmedlingsorganet. Större lokal befogenhet i disposition av det statliga stödet skulle villkoras till ett sådant samlat ansvar för berörda förvaltningar.

- 5) Rensa ut motstridiga mål som finns i lagen om kommunal energiplanering och sparprogrammet. Kommunen åläggs i lagen att verka för en tillräcklig och säker energitillförsel utan hänsyn till några hushållningsaspekter. I fjärrvärmeförsörjd bebyggelse får målkonflikten en egendomlig innebörd. Samhällets miljöpolitik silar mygg och sväljer kameler. Miljökraven för kraftvärmeverk sätts mycket högt därför att verksamheten prövas av myndigheterna. Biltrafiken tillåts emellertid i Västerås 1000 gånger högre utsläpp av tungmetaller därför att samhället inte kan gripa in i den pågående verksamheten (kapitel 8).
- 6) De tekniska förutsättningarna för byggnadsuppvärmning är olika för olika delar inom ett fjärrvärmeområde. Valet av uppvärmningsform kan delvis styras vid nybebyggelse. Dessa medel kan behöva förbättras så att t ex lågtemperatursystem, viss typ av eluppvärmning etc kan bestämmas i stadsplan eller på annat sätt (kapitel 8).
- 7) Såsom taxan för fjärrvärme fungerar får fastighetsägaren vid sparåtgärder tillbaka ca 80 % av kostnaden för den sparade energin. Det lönar sig alltså bra att spara även i fjärrvärmeförsörjd bebyggelse. Däremot kan fjärrvärmens inte byggas ut till nya bostadsområden med lågt värmeunderlag.
- 8) Den privatekonomiska nyttan av energisparandet är fullt tillräcklig för att motivera åtgärder enligt steg 1 (20-40 %). För steg 2 med mer omfattande åtgärder är lönsamheten ofta låg. Åtgärderna leder inte till mer än högst 10 % spareffekt, vanligen 3-5 %. Man kan överväga att koppla energisparstödet till villkoret att låneberättigade andra åtgärder utförs i byggnaden. I gengäld skulle man kunna införa en möjlighet att förelägga fastighetsägaren att vidta dessa åtgärder. Föreläggandet kunde utlösas om byggnadens energistatus är sämre än t ex 0,25 kWh/m² och år. Sannolikt måste någon typ av tvångsmedel sättas in för att kunna uppnå energisparplanens sista 5-10 %. Alternativt måste stödet utformas mer attraktivt för de mindre lönsamma åtgärderna (kapitel 4-7).
- 9) För att ytterligare stimulera till de enklare åtgärderna i steg 1 kunde taxan t ex från 1985 differentieras så att förbrukningsdelen hade lägre pris per värmeenhet för åtgärdade byggnader. Man skulle sätta normalpris upp till en specifik förbrukning på 0,15 kWh/år och m², 25 % dyrare i intervallet 0,15-0,25 och 50 % dyrare däröver. Kopplat med lämplig information, differentiering på räkningar m m skulle detta sannolikt påskynda genomförandet av steg 1.
- 10) Sparinsatserna är i hög grad inriktade på bostadsbebyggelsen. Möjligheterna torde vara minst lika stora inom t ex handel, kontor och industri. Samhällsstödet borde i lika aktiva och stimulerande former nu ägnas åt dessa byggnadstyper. Sannolikt skulle spareffekten av detta ge betydligt mer än steg 2 generellt sett i bostadsbebyggelsen. Vi behöver ett nytt 10-årsprogram för sparinsatser i lokaler och industri med angivet mål och ekonomiska resurser.

- 11) De sociala och beteendeberoende sparmöjligheterna förefaller vara betydligt större än man tidigare antagit. Temperaturreglering på flera grader är vanlig och motsvarar ca 15 % sparande. Äldre personer kan tänkas förbruka 20-30 % mer än yngre osv. Om dessa siffror visar sig korrekta vid en djupare analys skulle det sociala beteendet (inklusive tappvarmvatten, hygienvanor, vädring m m) rymma sparmöjligheter på kanske över 40 % utan eftersatt komfort. Variationen i energiförbrukning som vi kunnat konstatera mellan helt lika byggnader visar också att de sociala indikatorerna har stor effekt på energiförbrukningen. Vår slutsats är att dessa frågor borde analyseras mycket noggrannare inför nästa energipolitiska beslut som gäller sparprogrammet. Förhållandet visar också att stödet till återkommande besiktning, rådgivning och information är högst motiverat och möjligen bör utökas på bekostnad av lånstödet till byggåtgärder.

2 INLEDNING

2.1 Problem

Riksdagens beslut (1978) om "Energisparplan för befintlig bebyggelse" innebär en målsättning att minska energibehovet för uppvärmning och tappvarmvattenberedning med 25-30 % fram till 1988. Beslutet bygger bl a på analyser av energiförbrukningen i befintlig bebyggelse och teoretiskt beräknade - och delvis praktiskt verifierade - spareffekter av olika typer av åtgärder i bebyggelsen.

Ett första problem är att söka verifiera i vilken utsträckning de schematiska beräkningarna för landet som helhet äger stöd i förhållandena i Västerås. Bebyggelsen i Västerås tätort avviker från landets normalbestånd i två avseenden. Bebyggelsen är dels yngre och modernare än riksgenomsnittet och dels uppvärmd med fjärrvärme. Båda dessa faktorer borde leda till minskade sparmöjligheter jämfört med de mål som riksdagen satt upp. En analys och utvärdering av energiförbrukningen måste först ske.

Riksdagsbeslutet ålägger kommunerna att verka för att energibesparande åtgärder vidtas samt att upprätta energisparplaner. En energisparplan skall bl a utvisa vilka områden och byggnadstyper som i första hand är aktuella för energisparåtgärder. Sparplanen borde grunda sig dels på den faktiska specifika förbrukningen och dels på effekten av möjliga sparåtgärder. Byggnadstekniska brister och möjligheter till förbättringar kan inte klarläggas utan omfattande besiktningar. Effekten av genomförda åtgärder kan beräknas men bättre verifieras genom mätningar sedan byggnaderna åtgärdats. Ett andra problem är alltså att genom besiktningar och mätningar söka få ett så bra beräkningsunderlag som möjligt för spareffekterna av olika åtgärder. Med ledning av detta kan en preliminär energisparplan sedan upprättas.

En tredje grupp av problem har samband med systemekonomi. Statliga stödåtgärder är bl a inriktade på stimulans av byggnadsåtgärder och information till enskilda fastighetsägare för en bättre energihushållning. Det ekonomiska stödet utgår (1978) oberoende av uppvärmningsformen. I fjärrvärmeförsörd bebyggelse utgör byggnadsuppvärmningen en del i ett integrerat energisystem. Västerås har ett system som betjänar så gott som all bebyggelse i tätorten, även småhusområden. Produktionsenheten är kombinerad för såväl fjärrvärme- som elproduktion. Termer som kapacitetströsklar, fysiska restriktioner och optimalt utnyttjande har inte samma tillämpning på detta system som vid beskrivning av andra ledningsbundna system. Samspelet mellan värmeförsörjning, sparåtgärder i bebyggelsen och fysisk planering kräver en bättre kunskap om de olika delarnas funktion och inbördes beroende. Hur dessa samband ser ut och hur olika åtgärder i systemets delar återverkar på andra delar behöver klarläggas. Stimulansåtgärder för energihushållning bör sannolikt i sådana fall utformas på annat sätt än i konventionella (enskilda) system. Styrinstrumenten borde vara utformade så att enskilda investeringar inte utarmar underlaget för ett i sig överlägset kollektivt system. Åtgärderna bör där sättas in på de avsnitt i systemkedjan där den bästa "pay-backen" erhålls.

Programarbetet inleddes med vissa diskussioner om valet av utbyggnadsriktning och alternativa exploateringsområden med hänsyn till fjärrvärmeförsörjningen. Områdenas läge i förhållande till fjärrvärmenätet och deras värmeunderlag avgör i varje enskilt fall möjligheten till anslutning. Det befintliga nätet påverkas i mindre grad. Förstudien visade att alternativa utbyggnadsmöjligheter från energisynpunkt inte har sådant intresse att en fördjupad analys borde prioriteras.

Västerås kommun har tillämpat principen att såväl kostnader som intäkter för teknisk service behålls inom verksamheten. Inga transfereringar sker mellan taxefinansierad och skattefinansierad verksamhet. Detta har gett fasta ekonomiska utgångspunkter för utbyggnad och drift av fjärrvärmesystemet. Tekniken att göra ekonomiska kalkyler inom energiområdet är utvecklad och svår. Energipris, skatter, internränta och avskrivningstider är svårbedömda faktorer med ofta utslagsgivande effekt i kalkylerna. Programstudien har lett till slutsatsen att man med dagens kunskap bör avstå från försök att via ekonomiska kalkyler söka fastlägga systemets gränsvärden. Projektet bör emellertid kunna belysa några effekter av de nuvarande styrmedlens utformning.

En fjärde grupp av problem hänger samman med ansvarsfördelning och förvaltningsorganisation. En första förutsättning för att lösa dessa problem är att öka den ömsesidiga kunskapen om fjärrvärmesystem och bebyggelse. Den sektorsuppbyggda förvaltningen måste kompletteras med arbetsformer som säkerställer en helhetssyn på energisparåtgärderna.

2.2 Projektets syften

Efter programstudien inriktades projektet mot att huvudsakligen söka lösa de två första problemen, nämligen:

- utveckla en metod för att översiktligt beskriva bebyggelsens energistatus
- analysera energisparmöjligheter för bebyggelsen områdesvis och upprätta en preliminär energisparplan.

Med tanke på underlagets bredd och relativt goda tillförlitlighet syftar denna del av projektet till att dels ge underlag för ett mer preciserat mål för energisparandet i Västerås, dels bidra till underlaget för en revidering av energisparplanen för landets samlade bebyggelse.

En andra del av projektet syftar till att initiera en diskussion om de systemekonomiska problemen genom att:

- kort beskriva hur fjärrvärmesystemet fungerar och reagerar på sparåtgärderna
- peka på behov av fördjupade analyser samt
- ge några synpunkter på styrmedlens utformning utifrån projektets resultat.

Med tanke på de komplexa samband som gäller för systemets ekonomi, taxans konstruktion, energiprisernas och skatternas svårbedömda utveckling m m, bör denna del av projektet - som framhölls i programarbete och ansökan - betraktas som idédiskussion utan anspråk på vetenskapligt belagda teorier. Som underlag för en diskussion om fortsatt arbete anser vi ändå att materialet har ett värde och bör redovisas.

2.3 Metoder

För att genomföra projektet har vi lagt upp det i sex steg där antaganden och resultat i ett steg är beroende av det närmast föregående. Graden av osäkerhet och felkällor har därmed kommit att öka. Genom den förlängda projekttiden har vi emellertid kunnat lägga in ett kontrollsteg som bygger på faktiska resultat av de första tre årens energisparåtgärder. Därmed anser vi studien fått ett ökat värde jämfört med det ursprungliga programmet. De olika stegen har i korthet varit följande:

1) Besiktningsmetoden avsåg en manuell fördjupad analys av de byggnadstekniska egenskaperna. Kompletterande uppgifter om bebyggelsen har hämtats i byggnadsnämndens arkiv.

Vi utgick från att man hellre borde göra relativt noggranna besiktningar av ett mindre antal "typiska" byggnader än ytliga besiktningar av ett större antal objekt. Skälet till detta är bebyggelsens tillkomst och sammansättning (se kap 2). Genom programarbetets grova klassificering av bebyggelsen valdes alltså en fördjupad besiktning vars resultat med små felmarginaler bör kunna tillämpas för andra likvärdiga byggnader och områden.

Urvalet av besiktningsobjekt bör ske med ledning av följande kriterier:

- hustyp (enbostads- eller flerbostadshus)
- byggnadsår
- byggnadsmaterial och konstruktion
- energistatus
- lägenhetssammansättning och eventuellt
- sociologiska förhållanden.

Besiktning av ett 50-tal fastigheter bör - tillsammans med den kunskap som finns hos byggnadsinspektionen - ge en tillfredsställande utgångspunkt för att bedöma bebyggelsens energistatus och vilka åtgärder som vore lämpliga att vidta. För besiktningsarbetet skulle anlitas konsult med erfarenheter av liknande arbetsuppgifter. Därigenom skulle vi få en opartisk, snabb och likartad behandling av de olika besiktningsobjekten. Besiktningen skulle omfatta ritningsgranskning, okulärgranskning, vissa temperaturkontroller, beräkning av k-värden, ytor och volymer, energisparmöjligheter samt maskinell bearbetning av erhållna data. Därmed skulle också åtgärdernas lönsamhet kunna bedömas (redovisas i kapitel 4).

2) Datametoden som har byggt på att samköra registrerade uppgifter om bebyggelsen med uppgifter om energiförbrukningen. Tillgängliga uppgifter har insamlats beträffande byggnaderna, deras ålder, storlek, byggnadstekniska utförande, användningsätt samt värmeförbrukning. Uppgifter beträffande byggnadsår, hustyp, ytor av skilda slag samt lägenhetsfördelning och boendeuppgifter har inhämtats från kommunens utrednings- och statistikkontor.

Uppgifter om energiförbrukningen beträffande fjärrvärmeanslutna fastigheter har tagits från Tekniska verken. Eftersom nästan total anslutning till fjärrvärme föreligger inom tätorten erhålles härigenom en god uppfattning om byggnadernas energistatus. Uppgifterna är korrigerade till normalårsförbrukning. Genom ett särskilt dataprogram har förbrukningsuppgifterna kunnat geografiskt kopplas till fastigheterna områdesvis till den s k fyrsiffernivån för statistikredovisningar (i princip kvartersonivå). Därmed skulle det bli möjligt att behandla de stora informationsmängderna i dator och relatera uppgifter till varandra beträffande:

- byggnader
- bostäder
- befolkning och social struktur
- värmeförbrukning.

Med hjälp av tillgängliga uppgifter avsåg vi att ta fram uppgifter om värmetettheten, definierad som energiförbrukningen per m² våningsyta, dels för abonnenter och dels som genomsnitt för olika områden. Materialet medger också analys av värmetetthetsvariation i förhållande till byggnadstyp, byggnadsålder, lägenhetstyp och till befolkningsförhållanden (redovisas i kapitel 5).

3) Kalkyler för sparmöjligheter i olika byggnadstyper och för olika områden i tätorten. Besiktningsmetodens resultat kan jämföras med datametodens. Denna arbetsfas avsåg att ge en översiktlig geografisk redovisning av energistatus och sparmöjligheter. Med hjälp av besiktningsmetoden avsåg vi att klassificera bebyggelsen i grupper med olika sparpotential och göra beräkningar av realistiska sparmål för tätortens bebyggelse i ett längre perspektiv. Den geografiska fördelningen av sparmöjligheten kan ställas i relation till fjärrvärmenätets belastningsbild (redovisas i kapitel 6).

4) Restriktioner mot sparandet med hänsyn till kulturhistoriska värden i miljön och till hälsovårdsaspekter. I det ordinarie arbetet görs en kulturhistorisk inventering och analys samt en översiktlig radonmätning. Avsikten var att dra nödvändiga slutsatser av dessa arbeten som har betydelse för energisparåtgärderna. Det blir inte möjligt att anknyta restriktionerna till enskilda fastigheter utan möjligen kan analyser resultera i en korrektion för sparpotentialen som helhet (redovisas i kapitel 6).

5) Kontrollberäkning av energispareffekterna har blivit möjliga efter den förlängda projekttiden. Genom att resultat finns från besiktningar efter genomförda åtgärder och de nya förbrukningstalen är kända kan dessa ställas i relation till de beräknade värdena i besiktningsmetoden. Detta ger dels en möjlighet att kontrollera tillförlitligheten i besiktningsmetoden och dels en möjlighet till korrigerings av den beräknade totala sparpotentialen i tätorten (redovisas i kapitel 7).

6) Fjärrvärmesystemets förändringar och några effekter för detta av energisparandet avsågs kunna redovisas efter intervjuer med berörda tjänstemän inom Tekniska verken. Därvid skulle de systemtekniska frågorna sannolikt kunna belysas till ledning för fortsatta analyser (redovisas i kapitel 8).

I projektets sex steg anser vi att de varvade teoretiska och empiriska arbetsmomenten bör skapa en hög grad av praktisk förankring och därmed nytta av projektet. Den förjupade metoddiskussionen får ibland stå tillbaka för kravet att nå överblick och helhetssyn på de problem vi valt att analysera.

3 UTGÅNGSLÄGE 1979

3.1 Bebyggelsen i Västerås

Västerås tätort har byggts ut i förhållandevis snabb takt under perioden 1930-1970. Produktionen har skett i grannskapsenheter, projekterade i ett sammanhang och utbyggda i etapper av olika byggherrar. Produktionen har varit rationell och utnyttjat de senaste tekniska erfarenheterna. Man kan därför urskilja enhetligt sammansatta bebyggelsegrupper med likartade byggnadstekniska egenskaper. Detta har underlättat klassificering och analys av bebyggelsen från energisynpunkt.

Av de senaste fyra folk- och bostadsräkningarna - 1960, 1965, 1970, 1975 - kan följande fakta utläsas om bebyggelsen.

Inom kommunen fanns 1975 totalt knappt 50.000 lägenheter. Av dessa har hela 30.000 (60 %) producerats så sent som 1956-1975. Västerås har alltså ett förhållandevis mycket modernt lägenhetsbestånd. Denna situation accentueras ytterligare för Västerås tätort som 1975 hade ca 39.400 lägenheter. Projektet berör endast detta lägenhetsbestånd som till ca 98 % var anslutet till fjärrvärmenätet.

För att närmare belysa strukturen i bostadsmassan kan följande tabellredovisningar med kommentarer vara av intresse. Redovisningarna avser kommunens hela bostadsbestånd.

TAB. 1. Bostadslägenheter efter hustyp 1960, 1965, 1970 och 1975.

Hustyp	1960		1965		1970		1975	
	Antal	%	Antal	%	Antal	%	Antal	%
Småhus	7631	23,8	9541	24,9	11859	26,2	14334	28,7
Flerbostadshus	24494	76,2	28832	75,1	33443	73,8	35641	71,3
Totalt	32125	100	38373	100	45302	100	49975	100

Bostadsbeståndet 1975 uppgick som framgår av tabell 1 till 49.975 lägenheter. Den kraftigaste tillväxten av lägenhetsbeståndet ägde rum under åren 1965 - 1970. Då ökade antalet lägenheter med 6.929 eller med 18 %.

Antalet lägenheter i småhus har stigit kraftigt. Mellan 1970 och 1975 tillkom 2.475 lägenheter i småhus, dvs en ökning med 21 %. Under perioden 1960-75 har ökningen av lägenheter i småhus varit 87,8 %. I motsvarande grad har andelen lägenheter i flerbostadshus minskat.

TAB. 2. Bostadslägenheter i Västerås kommun efter storlek 1960, 1965, 1970 och 1975.

Lägenhetsstorlek	1960		1965		1970		1975	
	Antal	%	Antal	%	Antal	%	Antal	%
Mindre än 1 RK	3705	11,5	3913	10,2	3375	7,5	3375	6,7
1 RK	6712	20,9	5822	15,2	5174	11,4	4932	9,9
2 RK	10840	33,7	11636	30,4	13394	29,6	13679	27,4
3 RK	6469	20,2	9480	24,7	11776	26,0	13127	26,3
4 RK	2604	8,1	4274	11,1	6228	13,7	7502	15,0
5 RK	1114	3,5	2088	5,4	3249	7,2	4776	9,6
6+RK	649	2,0	1073	2,8	2078	4,6	2542	5,1
Uppgift saknas	32	0,1	87	0,2	28	0,0	42	0,0
Totalt	32125	100	38373	100	45302	100	49975	100

Av tabell 2 framgår att de allra minsta lägenheterna har minskat i antal från 1960. Från att 1960 uppgått till nära 1/3 (32,4 %) av lägenhetsbeståndet hade andelen 1975 sjunkit till 1/6 (16,6%).

Fortfarande är det 2 r o k som dominerar såväl andelsmässigt som totalt bland lägenheterna i kommunen. Andelen 2-rummare har dock minskat från 1970.

Andelen större lägenheter, dvs 3 r o k och större har ökat kraftigt. År 1960 svarade dessa större lägenheter för 34 % av lägenhetsbeståndet, 1970 hade andelen stigit till 52 % för att 1975 nå upp till 56 %.

TAB. 3. Bostadslägenheter efter byggnadsperiod och hustyp. Antal och procentuell fördelning 1975.

Byggnadsperiod	Antal lägenheter			%fördelning		
	Småhus	Flerbostads- hus	Samtliga hus	Småhus	Flerbostads- hus	Samtliga hus
Före 1901	1034	179	1213	7,2	0,5	2,4
1901-1920	925	1069	1994	6,5	3,0	4,0
1921-1930	547	313	860	3,8	0,9	1,7
1931-1940	1268	2851	4119	8,8	8,0	8,2
1941-1950	925	6747	7672	6,5	18,9	15,4
1951-1955	582	3607	4189	4,1	10,1	8,4
1956-1960	1314	5067	6381	9,2	14,2	12,8
1961-1965	2109	6993	9102	14,7	19,6	18,2
1966-1970	2988	6080	9068	20,8	17,1	18,2
1971-1975	2601	2718	5319	18,1	7,7	10,6
Uppgift saknas	41	17	58	0,3	0,0	0,1
Totalt	14334	35641	49975	100	100	100

1960-talet framstår i tabell 3 som det stora bostadsbyggnadsdecenniet. Då producerades drygt 18.000 lägenheter eller 36 % av 1975 års lägenhetsbestånd. 72 % av sextiotalets bostadsbyggande återfinns inom flerbostadshus. 1960-talet är också den tid då småhusbyggandet skjuter fart, 36 % av småhusen är producerade då.

TAB. 4. Antal lägenheter fördelade på småhus och flerbostadshus per ägarkategori den 1 november 1975.

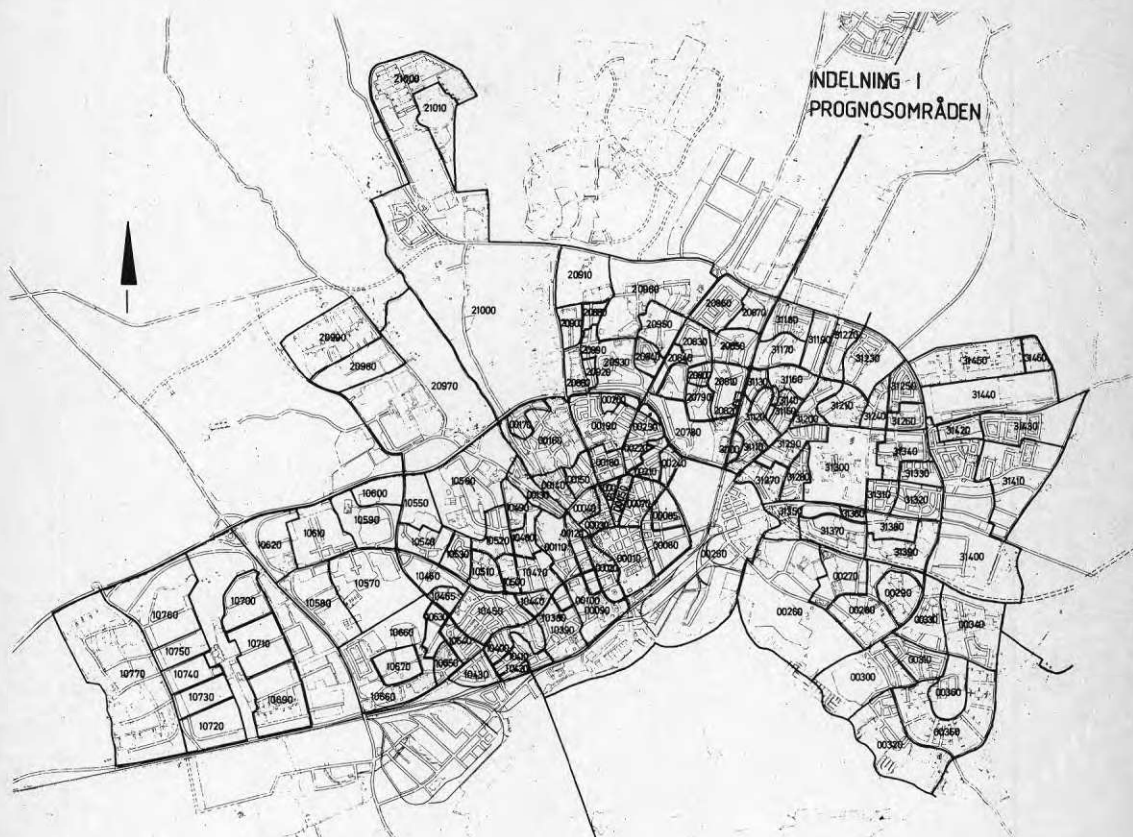
Ägarkategori	Hustyp		Flerb hus		Totalt	
	Småhus	%		%		%
Staten	127	0,9	33	0,1	160	0,3
Kommun	350	2,4	821	2,3	1171	2,3
Allmännyttigt bostadsföretag	168	1,2	11414	32,0	11582	23,2
Bostadsrättsförening	254	1,8	12467	35,0	12721	25,5
Enskild person	13254	92,5	5873	16,5	19127	38,3
Övriga	175	1,2	5033	14,1	5208	10,4
Uppgift saknas	6	0,0	-		6	0,0
Summa	14334	100,0	35641	100,0	49975	100,0

Av tabell 4 framgår att småhusen i kommunen till 92,5 % ägs av enskilda personer. Flerbostadshusen har två stora ägarkategorier som vardera svarar för ca 1/3 av flerbostadshusbeståndet. Det är dels allmännyttiga bostadsföretag (Mimer) med 32 % och bostadsrättsföreningar (HSB, Riksbyggen m fl) med 35 % av kommunens lägenheter i flerbostadshus.

Medelåldern på kommunens totala lägenhetsbestånd var 1975 21 år. Medelåldern för lägenheter ägda av staten var samma år 43 år, av kommunen 45 år, av allmännyttiga bostadsföretag 16 år, av bostadsrättsföreningar 17 år, av enskild person 25 år och av övriga 20 år.

För statistisk bearbetning av bl a byggnadsbeståndet är Västerås tätort indelad i prognosområden, vars 4-siffernivå framgår av figur 1. Områdesindelningen är tillräckligt fimmåskig för att bebyggelsen inom varje område - utom centrala staden - skall kunna betraktas som enhetlig vad gäller ålder och byggnadstekniskt utförande. Givetvis varierar underhåll och därmed värmeförbrukning och annan driftsekonomi. Redovisningarna i denna rapport anknyter till prognosområdena eller grupper av dem.

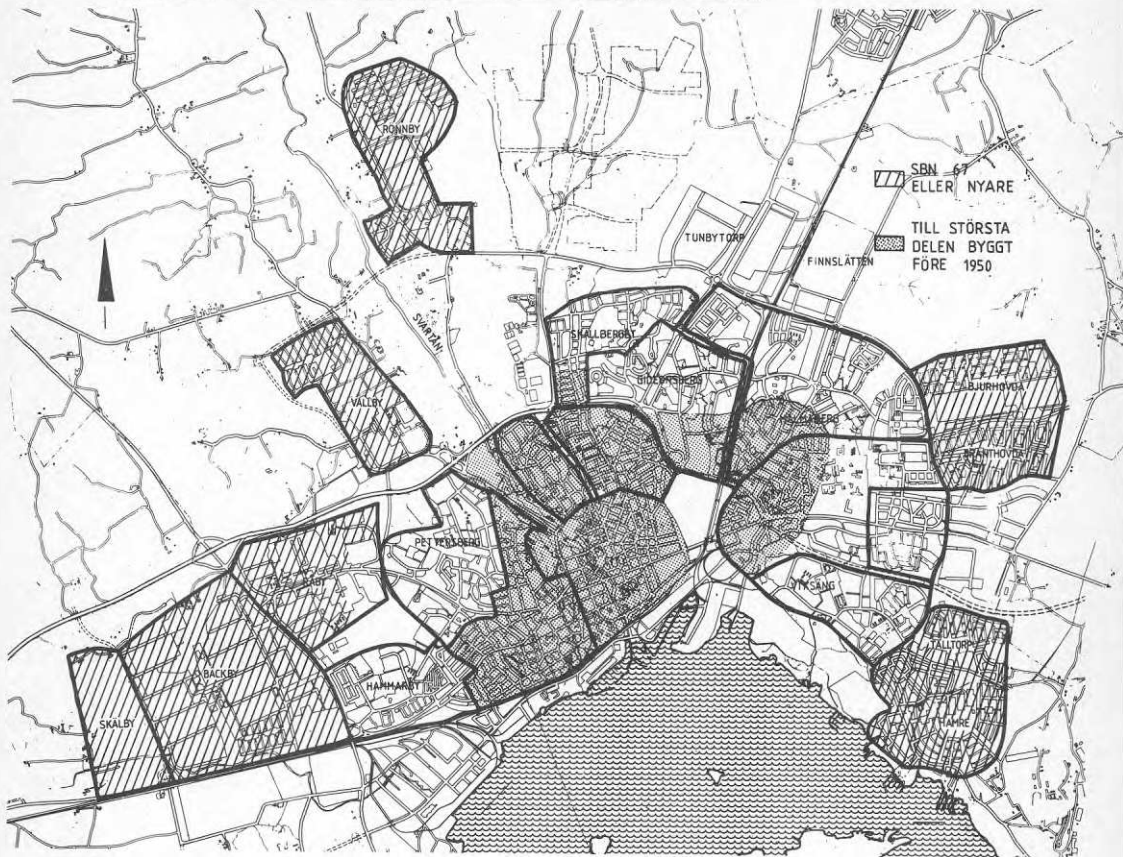
FIG. 1. Tätortens indelning i prognosområden.



Samhällets krav på bebyggelsens egenskaper och utförande har växlat genom tiderna. Införandet av 1947 års byggnadslag medförde i detta avseende en milstolpe. I 1959 års byggnadsstadga preciseras åtskilliga krav på byggnadernas utförande med avseende på säkerhet, hygien och trevnad. De tekniska bestämmelserna om värmeisolering och ventilation har i stort sett varit oförändrade i byggbestämmelserna fram till 1967. Svensk Byggnorm (SBN) från detta år preciserade kraven i funktionella termer. Det dröjde till 1975 innan kraven på en god värmehushållning skärptes och fick en mer nyanserad utformning i byggbestämmelserna.

En mycket grov indelning av bebyggelsen m h t de byggbestämmelser som gällt vid uppförandet, framgår av figur 2. Där framgår att de centrala och halvcentrala delarna av tätorten tillkom huvudsakligen före nuvarande byggnadslagstiftning. Därefter i periferin tillkom på 1950- och 1960-talen sådana stadsdelar som Hammarby, Pettersberg, Skallberget, Gideonsberg, Malmberg och Viksäng. Ytterområdena har sedan tillkommit med gradvis skärpta krav ifråga om värmehushållning.

FIG. 2. Gällande byggbestämmelser vid uppförandet.



3.2 Fjärrvärmesystemets uppbyggnad 1979

Tätortens fjärrvärmesystem betjänar så gott som all bebyggelse, även småhusområden (ansluts inte efter 1982). Systemet består av en produktionsenhet med vissa reservaggregat, ett distributionssystem, mätpunkter och värmeväxlare i anslutning till bebyggelsen.

Produktionsenheten är kombinerad för såväl fjärrvärme - som elproduktion. Kraftvärmeverket består av fyra block. De två äldsta byggdes 1961-63, ägs av kommunen och har en effekt på 80 MW el och 200 MW värme vid mottrycksproduktion. AB Aroskraft, där kommunen är delägare, byggde 1966-73 två moderna block för kombinerad kall- och varmkondens. Effekten är 440 MW el och 730 MW värme vid mottrycksproduktion, alternativt 500 MW el vid kondensproduktion. De fyra aggregaten är sammankopplade till en flexibel enhet med möjligheter att snabbt anpassa energiproduktionen efter behovet av värme eller elkraft. Verkningsgraden av tillförd energi är uppemot 90 % vid mottrycksproduktion. Pannorna eldas med olja (före 1980).

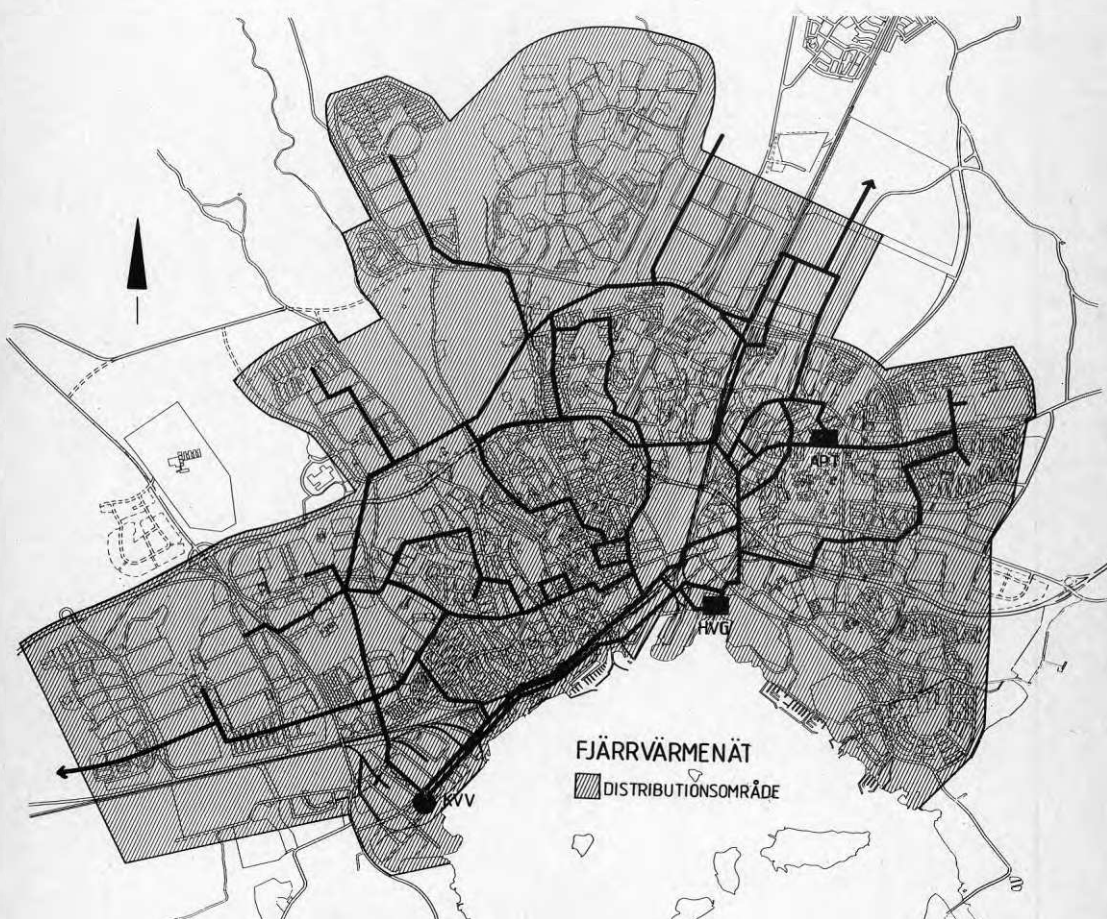
Av tabell 5 framgår att förluster och felmätning utgjorde ca 10 %. Av anslutningsvärdet utgjordes 93 % av byggnadsuppvärmning.

TAB. 5. Några data från 1977 gällande tätorten:

producerad värmeenergi	2100 GWh
såld värmeenergi	1900 GWh
förluster och felmätning	200 GWh
<hr/>	
anslutningsvärden: normaltariff	701 MW
(den 1.1.1977) villatariff	104 MW
specialtariff	13 MW
gatuuppvärmning	48 MW
<hr/>	
Summa	866 MW

Värmedistributionen täcker (1979) hela tätortsbebyggelsen och två anslutande kransorter. Det innebär att drygt 40.000 lägenheter (flerbostads- och enbostadshus) samt en avsevärd lokalyta betjänas av systemet. Huvudnätets uppbyggnad och produktionsenheternas placering framgår av figur 3. Fjärrvärmenätet

FIG. 3. Fjärrvärmenät.



är uppbyggt enligt cirkulationsprincipen och omfattar ca 150 kmts längd - exklusive servis- och fördelningsledningar. Systemet är successivt uppbyggt av slingor som ursprungligen var anslutna till lokala värmecentraler men nu kopplats ihop till ett masksystem. Av de ledningsbundna energidistributions-systemen har fjärrvärmen den högsta anläggningskostnaden.

Fjärrvärmenätet är ett tungt system för stordriftsekonomi. Flexibiliteten är emellertid stor. Genom att variera vattentemperatur och -temperatur kan kapaciteten snabbt ändras. Tillskottsenergi kan tas om hand var som helst i systemet. Klimatvariationer kan snabbt mötas.

Driftsförlusterna i huvudledningsnätet är genomsnittligt 5 %, och kan i lokalnätet i ogynnsamma fall (vid småhusbebyggelse) uppgå till nära 35 %. Temperaturen på utgående vatten varierar mellan 80° och 120° C beroende på yttertemperaturen medan returvattnet varierar mellan 55° och 70° C. Genom värmeväxlare utnyttjas temperaturskillnaden till byggnadsuppvärmning. Det lågtempererade returvattnet används för gatuvärme, bassänguppvärmning etc.

Energiuttaget kan avläsas i olika mätpunkter för varje abonnent inom distributionsområdet, dock inte individuellt för flertalet småhus byggda före 1 juli 1976.

Kostnaderna för olika komponenter som ingår i en ekonomisk kalkyl för fjärrvärmeanslutning varierar starkt och är beroende av ett flertal parametrar. Vid projektets start 1978/79 gällde följande kalkylvärden.

Investeringskostnaden för fjärrvärme var 17.000 - 25.000 kronor för friliggande villa. Fjärrvärme är i detta sammanhang ej självklart. Det måste motiveras med ekonomiskt försvarbara investerings- och driftskostnader. Anläggningskostnaden för fjärrvärmenätet är praktiskt taget dubbelt så hög vid villa-bebyggelse som vid grupphus. Som framgår av avsnitt 8 har värmeunderlaget i småhusområden nu ändrats så att de inte längre ansluts till fjärrvärmen.

Den totala kostnaden för fjärrvärme i olika hustyper och normala stadsplaner framgår av tabell 6. Tabellen visar bl a att kostnaden för servisledningar (på tomtmark) är över 3 gånger så stor som kostnaden för huvudledningar och distributionsledningar tillsammans. Detta gäller både villa- och grupphusområden. Totala kostnaden för produktion, distribution och mätning, är mer än dubbelt så hög i villaområden som i områden med flerbostads-hus.

Helt utslagsgivande för investeringskostnaden är tomtstorlek och servisledningarnas utformning. Även bebyggelsens tät-het, planorganisation och placeringen av värmeväxlarna i förhållande till servisledningarna är viktiga frågor för fjärrvär-mens ekonomi.

TAB. 6. Kostnad oktober 1978 för fjärrvärme till olika hustyper.

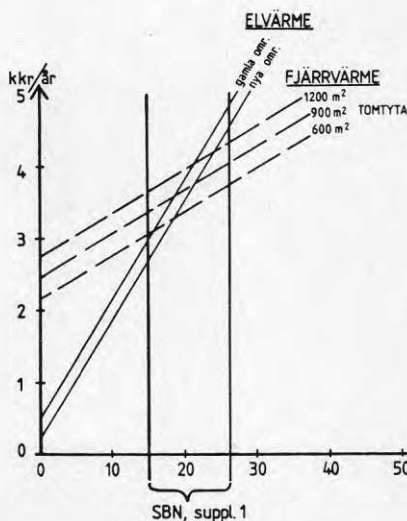
	VILLA ¹⁾		GRUPPHUS		HYRESHUS	
	ö/kWh	%	ö/kWh	%	ö/kWh	%
PRODUKTION	6	34	6	52	6	81
DISTRIBUTION						
huvudledningar	1,5	8	0,6	5	0,4	5
fördeln.ledn	1,0	6	0,6	5	0,5	7
servisledningar	7,5 ²⁾	43	4,3	38	0,5	7
MÄTNING	1,5	9				
SUMMA	17,5	100	11,5	100	7,5	100

1) välisolerad

2) varierar \pm 2 ö/kWh

En schematisk jämförelse av värmekostnaden för villor med elvärme respektive fjärrvärme framgår av nedanstående figur 4. Med tidigare byggnadsteknik gav de båda alternativen ungefär samma kostnad vid större tomtstorlekar. Mindre tomtstorlek gynnar fjärrvärmen. Av särskilt intresse är att kraven i SBN 1975 nu minskat specifika värmeförbrukningen så att tomtstorleken under vissa förutsättningar måste ligga under ca 600 m² för att fjärrvärmen ska kunna hävda sig. Motsvarande jämförelse vid grupphus visar att fjärrvärmen är klart bättre även vid högisolerad bebyggelse.

FIG. 4. Värmekostnad för produktion och distribution i villaområde.



3.3 Energisparverksamheten fram till 1979

Enligt kommunstyrelsens beslut har tekniska verken huvudansvaret för kommunens energisparverksamhet. En ledningsgrupp med tjänstemän från tekniska verken, fastighetskontoret, stadsbyggnadskontoret och gatukontoret har överinseende över verksamheten som helhet.

Energispararbetet bedrivs med följande arbetsfördelning:

Tekniska verken: Installationstekniska frågor, främst i byggnader med fjärrvärme, värmebehovsanalyser, information i sparfrågor, utbildning av fastighetsägare och driftpersonal. Energiplanering.

Stadsbyggnadskontoret: Byggnadstekniska frågor vid energisparbesiktning och rådgivning. Utseende- och bevarande-frågornas samband med energisparande. Upprättande av energisparplan.

Fastighetskontoret: Förmedling och rådgivningsarbete, statligt energisparstöd via förmedlingsorganet. Energisparande i kommunens eget fastighetsbestånd.

Gatukontoret: Energisparfrågor betr markvärme och gatubelysning. Energiplan för trafikarbete inom kommunen.

Förutom besiktnings- och rådgivningsverksamheten har information och utbildning i energisparfrågor för fastighetsägare och fastighetsskötare anordnats av värmeverket och stadsbyggnadskontoret. Informationen, som gällt värme-, ventilations- och byggnadstekniska frågor, har lagts upp som två halvdayskurser.

Utbildningen har upprepats med jämna mellanrum så att representanter för hela flerbostadshusbeståndet har kunnat inbjudas. För småhusägare har en motsvarande informationsverksamhet påbörjats, dock med något kortare utbildning.

I övrigt har informationsfoldrar och kampanjmaterial i energisparfrågor tagits fram och distribuerats till berörda grupper av fastighetsägare och hyresgäster.

Energisparverksamheten har i mera organiserad form pågått sedan 1977. Som grund för arbetet har legat värmeverkets listor över energiförbrukningen i fjärrvärmeförsörjda fastigheter. Förbrukningsuppgifter finns för samtliga hus med mätning, det vill säga hela byggnadsbeståndet utom flertalet småhus.

Byggnadsbeståndet inventeras med avseende på specifik värmeförbrukning. De största specifika värmeförbrukarna har bearbetats i första hand. De åtgärder som därvid har varit aktuella är injustering av automatikrustningar, värme- och ventilationssystem samt tätning av bl a fönster. För vissa fastigheter har mera omfattande åtgärdskalendrar upprättats. Dessa innehåller förutom ovannämnda åtgärder även rena byggnadstekniska sådana.

Antalet byggnader som åtgärdats till 1980 är ca 500 - så gott som uteslutande flerbostadshus. Under den senaste tiden har även en del insatser lagts på industrin. Verksamheten har omfattat kommunens hela byggnadsbestånd inklusive kommunens egna byggnader. Av naturliga skäl har verksamheten hittills bedrivits med målsättningen att uppnå snabbast möjliga resultat med de resurser som står till förfogande.

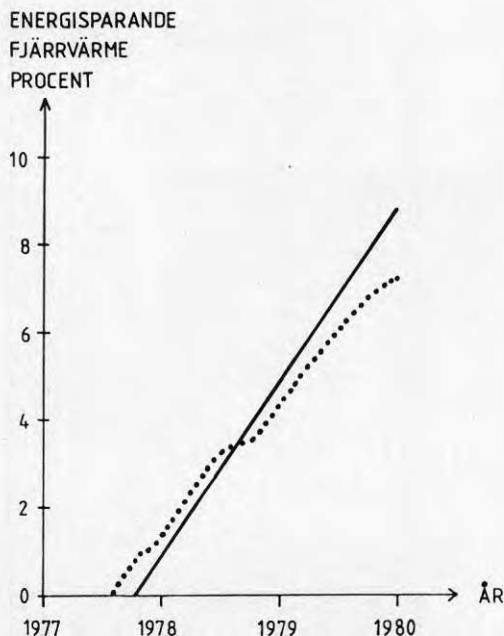
I kommunens egna fastigheter arbetar fastighetskontorets driftavdelning med energisparåtgärder. En god spareffekt har åstadkommits genom åtgärder som i första hand gällt installationsteknik och drift. Stor spareffekt har erhållits genom tidur och reglerutrustningar. Ventilation och värme minskas i lokaler under den tid de stor tomma.

Mer omfattande arbeten på energibesparing har utförts på ett tiotal skolbyggnader. I dessa har värmeåtervinning installerats och tilläggsisolering utförts. Total investeringskostnad för dessa åtgärder är drygt en miljon kronor. Om energiförbrukningen 1979-80 jämförs med 1978-79 kan följande minskning konstateras, beroende på bl a ovannämnda åtgärder men även på utbildning av fastighetsskötare, information till elever och lärare i skolor m fl:

Skolorna	11,9 %	minskad	förbrukning
Förskolorna	26,5 %	"	"
Ålderdomshemmen	11,5 %	"	"
Stadshuset	14,9 %	"	"

Vid kraftvärmeverket avläses kontinuerligt totalt utgående energimängd. Ställd i relation till de anslutna fastigheternas

FIG. 5. Värmebesparing 1977-80.



s k E-värden ger denna besked om uppnådd energibesparing i fjärrvärmeanslutet fastighetsbestånd (till 1980).

Som framgår av figur 5 har en 10 %-ig total besparing kunnat utläsas under en tidsperiod på ca 2,5 år. Nattbesparingen är något större än dagtid beroende på ökad användning av nattsänkingsautomatik. Då 10 % besparing uppnåtts genom företrädesvis enkla åtgärder behövs fortsättningsvis betydligt mer omfattande åtgärder om sparmålet på 30 % skall kunna uppnås.

4 BESIKTNINGSMETODEN

4.1 Urval

Besiktningens metodens grundtanke är att det i det befintliga husbeståndet finns grupper av byggnader som är jämförbara med varandra ur energisynpunkt. Genom att skaffa sig en detaljerad kännedom om den byggnads- och VVS-tekniska standarden hos en byggnad kan dess energistatus beräknas och möjliga sparåtgärder med lönsamhet och spareffekt bedömas. Andra liknande byggnader kan då i stort ges samma bedömning.

För att metoden skall vara praktiskt användbar får antalet typhus inte vara för stort. Samtidigt måste alla vanligen förekommande hustyper vara representerade. I detta arbete har av tids- och resursskäl en begränsning gjorts till Västerås tätort och enbart hus som huvudsakligen används för bostadsändamål ingår bland typhusen. Byggnader för andra ändamål, industrier, kontor, butiker, vårdanläggningar och allmänna lokaler, har visat sig vara alltför heterogena för att kunna inpassas i ett typhussystem.

TAB. 7. Valda typhus enligt besiktningens metod.

<u>Byggnadsår</u>			<u>Antal</u>	<u>Summa</u>
1901 - 1910	Trä	2 vån	1	} 2
1901 - 1910	Trä	3 vån	1	
1911 - 1920	Trä	2 vån	2	2
1921 - 1930	Trä	2 vån	1	} 2
1921 - 1930	Tegel	3 vån	1	
1931 - 1940	Trä	2 vån	3	} 11
1931 - 1940	Tegel	2 vån	1	
1931 - 1940	Tegel	3 vån	5	
1931 - 1940	Tegel	5 vån	1	
1931 - 1940	Gasbetong	2 vån	1	
1941 - 1950	Trä	2 vån	1	} 11
1941 - 1950	Tegel	3 vån	4	
1941 - 1950	Betonghålstén	3 vån	3	
1941 - 1950	Gasbetong	3 vån	3	
1951 - 1960	Gasbetong	1 vån	1	} 8
1951 - 1960	Gasbetong	3 vån	3	
1951 - 1960	Gasbetong	4 vån	2	
1951 - 1960	Gasbetong	11 vån	1	
1951 - 1960	Utfackning, regelvägg	3 vån	1	
1961 - 1970	Gasbetong-minull	3 vån	1	} 10
1961 - 1970	Gasbetong	3 vån	1	
1961 - 1970	Gasbetong	4 vån	1	
1961 - 1970	Gasbetong	13 vån	1	
1961 - 1970	Fiberplank	2 vån	1	
1961 - 1970	Regelvägg	1 vån	1	
1961 - 1970	Betong-minull	10 vån	1	
1961 - 1970	Betong-sandwich	3 vån	1	
1961 - 1970	Betong-sandwich	7 vån	1	
1961 - 1970	Gasbetong-sandwich	3 vån	1	
1971 - 1975	Regelvägg	1 vån	1	} 2
1971 - 1975	Regelvägg	1 vån	1	
Summa hus				48 st

Bland besiktningsobjekten har vidare så gott som uteslutande flerbostadshus utvalts. Typhusen har även valts med någon tyngdpunkt på äldre bebyggelse - den hustyp som i första hand är av intresse ur energisparsynpunkt. Efter studier av aktuella hustyper okulärt och i arkiv har 48 st typhus valts. De valda husen framgår med hänsyn till ålder, stommaterial och storlek av tabell 7.

För typhusbesiktningarna och utvärdering av dessa har anlitas Bjerking's Ingenjörbyrå AB, Uppsala, med erfarenheter av denna typ av besiktningar.

Besiktningen syftar till att

- . konstatera husens befintliga energistatus
- . föreslå energibesparande åtgärder
- . bedöma den energibesparing, som uppnås genom åtgärderna
- . bedöma energisparkostnaden (lönsamheten).

För de utvalda typhusen har ritningar och teknisk beskrivning framtagits ur byggnadsnämndens arkiv varefter k-värden och teoretisk energiförbrukning beräknats. Uppgifter om installationerna saknas eller är mycket knapphändiga i arkivhandlingarna, varför dessa uppgifter till största delen har inhämtats vid besiktningen.

Vid besiktningen tas foton av exteriörer och detaljer för allmän orientering och snabbidentifiering.

Uppgifter på ytor, volymer, byggnadsår, ombyggnadsår m m till nytta för bedömningen noteras.

Vidare noteras med text och skisser de iakttagelser, som görs för standard, kondition, bedömd livslängd m m gällande

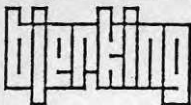

- . omslutande byggnadsdelar, såsom bottenbjälklag (grund), ytterväggar jämte fönster och vindsbjälklag (tak) med avseende på värmeisoleringsförmåga och täthet,
- . installationer för värme, vatten, ventilation och kyla m m med avseende på funktion och verkningsgrad.

Standarden är betydelsefull vid bedömningen av byggnadsdelarnas värmeisoleringsförmåga och täthet, varvid hänsyn tas till förekomsten av köldbryggor, risk för nedfuktning och konvektion m m.

Konditionen är viktig vid bedömning av när i framtiden det är lämpligt att utföra arbeten av underhålls- och ombyggnadskarakter. Åtgärder av mer genomgripande natur bör nämligen av ekonomiska skäl inplaneras samtidigt. Bedömd livslängd har samma betydelse som iakttagelser gällande konditionen. Funktionen och verkningsgraden hos installationer ger upplysning om de energisparmöjligheter som finns där.

Sammanställning av besiktnings- och mätdata för typhusen har gjorts enligt tabell 8.

TAB. 8. Besiktningsunderlag för typhus.

		GÖTGÅTAN 1-3 75222 UPPSALA TEL 018/1494 80		ENERGISPARBESIKTNING		Arb. nr	Side nr	
		BjERKING INGENJÖRSBYRÅ AB		Insamling av uppgifter Kommun Västerås Område Fast. beteckning Kv Magna nr 1		6719		
Ägare		Anni Axelsson		tel		80-02-20		
Ombud		se ägare		tel		Sign.		
Fastigh. skötare		se ägare		tel		LL		
Byggnads år 1910 Temperatur °C Branselförbrukning Antal våningsplan 3						IDENTIFIERING Foto 		
Ombyggnads år före 22 olja m ³ Antal lägenheter 8								
Omb. senast år efter 20 el MWh Antal pers. i bost 20 fjv 250 MWh Antal pers. i lokal								
KONSTRUKTION (utifrån räknat)						Ytor K-värde M-värde		
Vägg 1 Puts + förmodligen väggstomme av stående plank ev. med ett kompl. skikt och luftrum där i mellan + be-						Vägg 1	0,91	1,10
Vägg 2 klädnadsskiva (enl fig 121 c)						708	m ²	
Källarv Vindsvägg liggande spåntad panel + plankstomme + panel + beklädnadsskiva						Vägg 2	1,08	0,92
Källarv 2 400-500 betong						94	m ²	
Källarv 2						Källarv 1	1,36	0,74
Sockel 350-400 tegel 68 m ² k = 1,33 m = 0,75						97	m ²	
Bottenbjälklag/grund						Källarv 2	0,52	1,94
Betong						39	m ²	
Vind Träbjälklag med 150 sågspånsfyllning (enl fig 142 c)						Grund	0,29	3,46
Snedtak						400	m ²	
Fönster 1 1-glas, med lös enkel innerbåge, tätat med skum-						Bottenbkl		
Fönster 2 plastlister						Vind	0,47	2,14
						170+230	m ²	
						Snedtak		
							m ²	
INSTALLATIONER						Typ 1	4,0	0,25
fjv. automatik med nattsänkning och utegivare						114	m ²	
vent. självdrag						Typ 2	4,0	0,25
						10	m ²	
YTSKIKT						BRA >18°	970	m ²
Inv väggar						BRA <18°	350	m ²
Inv golv						BRA tot	1320	m ²
Inv tak						Volym >18°	2740+160	m ³
Utv fasader Puts						Volym <18°	770	m ³
Utv tak Plåt						Volym tot	3670	m ³
ÖVRIGT						Bostad	843	m ²
						Lokal		m ²
						Garage, lager		m ²
						Annat		m ²
						BYA		m ²
						BTA		m ²
						TOTALOMDÖME		

4.2 Energistatus

Energistatus hos ett hus uttrycker en kostnadsbelastning med avseende på den årliga energiåtgången. Ett högt värde på energistatus eller stor värmeavgång anger stort behov av energibesparande åtgärder.

För hus, som i huvudsak används för bostadsändamål, kan jämförelse göras med byggnormer, i detta fall SBN 1975. Energistatus kan då anges som förhållandet mellan bedömd värmeavgivning i befintligt skick och den värmeavgång som skulle ske om huset vore byggt enligt SBN 1975.

$$\text{Estat} = \frac{W_o}{W_s}$$

W_o = årlig värmeavgång genom klimatskärmen i befintligt skick.

W_s = årlig värmeavgång genom klimatskärmen vid utförande enligt SBN 1975.

För ett hus byggt exakt enligt minimikraven i SBN 1975 erhålles alltså kvoten

$$\frac{\text{Estat F åtg}}{\text{Estat SBN 1975}} = 1,0$$

Då kvoten är större än 1,0 är byggnaden ur energisynpunkt alltså sämre än om den byggts idag.

Genom definition av energistatus som en kvot enligt ovan erhålles tal som kan jämföras med varandra även för olika typer av byggnader, som ju eljest inte har jämförbar energiförbrukning på grund av olikheter i storlek, omslutningsyta osv. Detta betraktelsesätt för energistatus används vid besiktningsmetoden.

För varje typhus har bearbetning skett med datorprogrammet Biestat hos Bjerking Ingenjörbyrå. Materialinsamling och bearbetning sker enligt principer i "BFR-rapport R50:1978" "Energisparande - Fastighetsekonomisk värdering" av S-E Bjerking. Kompletta beräknings- och resultatutskrifter finns som källmaterial till denna rapport. Nedan visas utdrag med vissa kommentarer.

Uppgifterna databehandlas enligt bifogade utdrag ur datakörningarna, se tabell 9. Speciellt bör här observeras under RESULTAT:

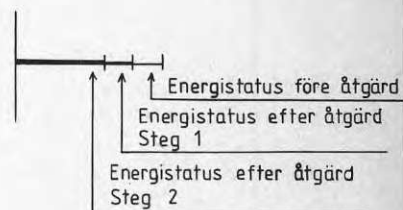
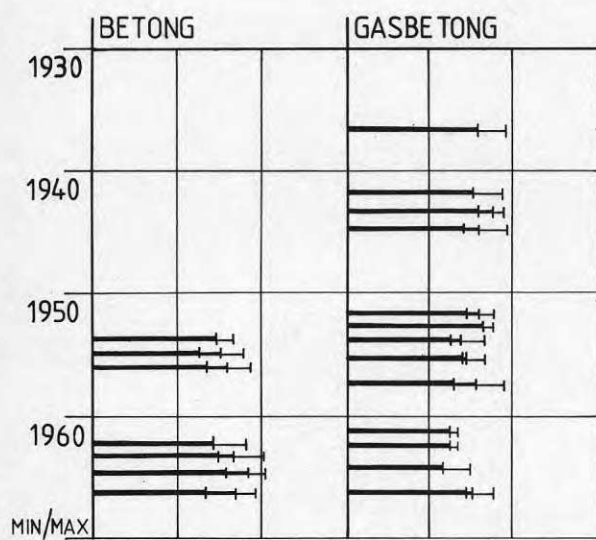
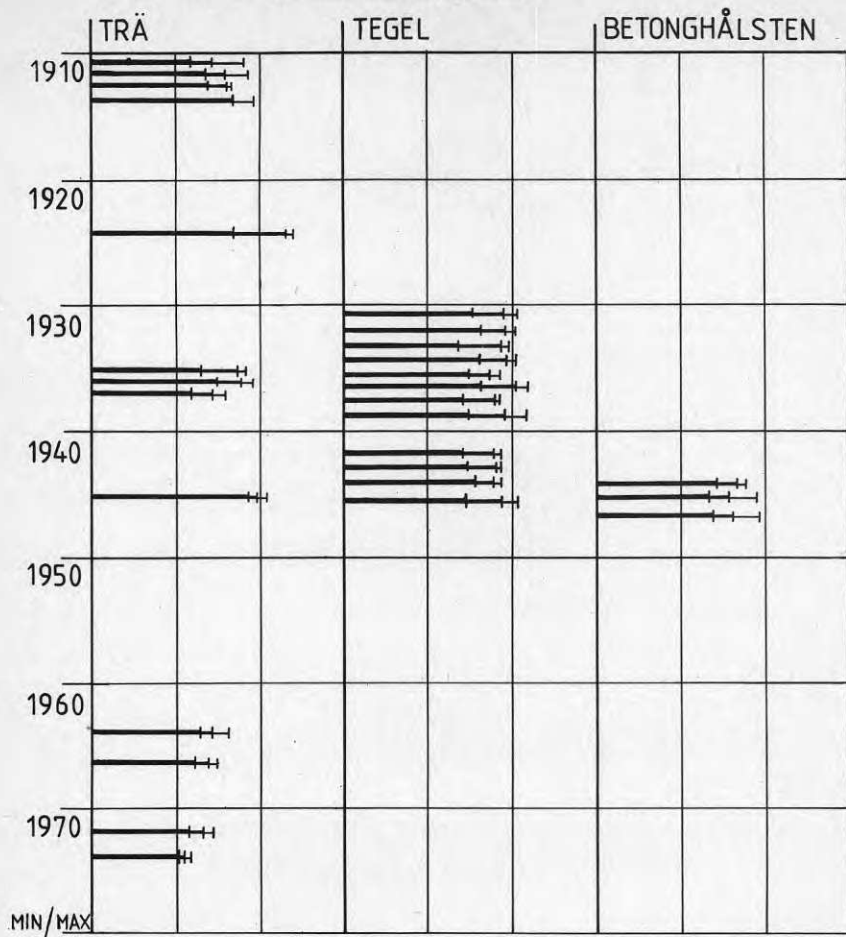
Energiförbrukning före åtgärder 0,226 MWh/m² per år.

Teoretisk energiförbrukning om huset vore byggt enligt SBN 1975 0,125 MWh/m² per år.

Energistatus 0,226:0,125 = 1,805.

Energistatus för samtliga 48 typhus framgår av figur 6. Endast för trähusen framgår ett klart samband mellan husens ålder och energistatus. Där sjunker värdet från över 2,0 för de äldre husen till nära 1,0 för husen byggda på 1970-talet.

FIG. 6. Energistatus för typhusen



ENERGISTATUS FÖR HUS
BYGGDA ENLIGT SBN 1975=1

För övriga grupper finns inget åldersberoende och energistatus ligger ofta mellan 1,5 och 2,0, dvs en energiförbrukning som är dubbelt så stor som om huset vore byggt i enlighet med SBN 1975.

4.3 Energisparmöjligheter

De energibesparande åtgärderna kan lämpligen delas upp i två etapper.

Etapp 1 avser enkla arbeten, som kan sättas in omgående och som ger förhållandevis god energibesparingseffekt. Sådana arbeten är exempelvis panntrimning, justering av regler-systemet, fönstertätning och tilläggsisolering av lätt åtkomliga vindsbjälklag.

Etapp 2 avser mer genomgripande arbeten, som lämpligen kan utföras samtidigt med andra arbeten av ombyggnads- och underhållskaraktär och som därför sparas tills dessa arbeten planeras in. Exempel på sådana arbeten är tätning och tilläggsisolering av omslutande byggnadsdelar.

För att få ut optimal effekt av energibesparande åtgärder bör byggåtgärder och VVS-åtgärder samordnas.

Redovisningen innehåller uppgifter på energistatus, kostnader för energibesparande åtgärder samt genom åtgärderna uppnådd energibesparing. För att få en uppfattning om åtgärdernas lönsamhet uppges dels genomsnittlig energisparingskostnad för åtgärder enligt etapp 1 (benämnt ESPK 1) och dels marginell energisparingskostnad för etapp 2 (benämnt ESPK 2).

Förklaring till resultat i datautskriften framgår av tabell 10.

Tabell 11 visar specifika energiförbrukningen hos typhuset före åtgärder. Vidare anges förväntad energiförbrukning efter genomförda åtgärder enligt etapp 1 och därigenom erhålles sparprocent. För etapp 2 anges förväntad specifik energiförbrukning och antagen total sparprocent, alltså sparande för både etapp 1 och 2. Samma uppgifter finns grafiskt åskådliggjorda i figur 6 ovan.

En mycket stor spridning i förväntat sparande på grund av föreslagna åtgärder kan utläsas av tabell 11 och figur 6. För etapp 1 varierar sparmöjligheterna mellan 2 och 20 %, för etapp 1 och 2 tillsammans mellan 7 och 38 %. Det genomsnittliga sparandet är för åtgärder enligt etapp 1 12,8 % och för etapp 2 9,3 %, alltså sammanlagt för etapp 1 och 2 22,1 % av utgångsläget (vägt medelvärde).

Av tabellen kan inte utläsas något klart samband mellan nuvarande energistatus och återstående sparmöjligheter. Även för vissa objekt som har en tämligen god energistatus har en stor sparpotential antagits, se exempelvis hus 11 och 47.

TAB.11. Energiförbrukning hos typhusen samt beräknat sparande i etapp 1 och 2.

Typhus	Före åtgärder Energiförbr MWh/m ² år	Efter etapp 1 Energiförbr MWh/m ² år	Sparande etapp 1 %	Efter etapp 2 Energiförbr MWh/m ² år	Sparande etapp 1 o 2 %
1	0,226	0,180	20,4	0,140	38,0
2	0,241	0,207	14,1	0,175	27,3
3	0,225	0,220	2,2	0,188	16,4
4	0,264	0,230	12,8	0,230	12,8
5	0,232	0,225	3,0	0,165	28,8
6	0,236	0,219	7,2	0,176	25,4
7	0,225	0,216	4,0	0,181	19,5
8	0,192	0,180	6,2	0,136	29,1
9	0,231	0,225	2,5	0,178	22,9
10	0,297	0,275	7,4	0,232	21,8
11	0,206	0,185	10,1	0,152	26,2
12	0,264	0,249	5,6	0,180	31,8
13	0,218	0,210	3,6	0,175	19,7
14	0,290	0,269	7,2	0,217	25,1
15	0,250	0,221	11,6	0,173	30,8
16	0,240	0,222	7,5	0,222	7,5
17	0,279	0,232	16,8	0,232	16,8
18	0,236	0,191	19,0	0,191	19,0
19	0,238	0,197	17,2	0,165	30,6
20	0,269	0,247	8,1	0,194	27,8
21	0,209	0,196	6,2	0,168	19,6
22	0,244	0,232	4,9	0,218	10,6
23	0,220	0,209	5,0	0,182	17,2
24	0,252	0,208	17,4	0,184	26,9
25	0,206	0,189	8,2	0,173	16,0
26	0,206	0,198	3,8	0,161	21,8
27	0,224	0,212	5,3	0,168	25,0
28	0,201	0,188	6,4	0,150	25,3
29	0,236	0,197	16,5	0,168	28,8
30	0,239	0,214	10,4	0,195	18,4
31	0,208	0,194	6,7	0,194	6,7
32	0,219	0,195	10,9	0,195	10,9
33	0,239	0,203	15,0	0,201	15,8
34	0,209	0,178	14,8	0,147	29,6
35	0,200	0,170	15,0	0,144	28,0
37	0,245	0,203	17,1	0,169	31,0
38	0,205	0,190	7,3	0,190	7,3
39	0,168	0,138	17,8	0,138	17,8
40	0,226	0,193	14,6	0,185	18,1
41	0,243	0,215	11,5	0,195	19,7
42	0,173	0,161	6,9	0,143	17,3
43	0,206	0,182	11,6	0,162	21,3
44	0,224	0,179	20,0	0,155	30,8
45	0,265	0,235	11,3	0,185	30,1
46	0,237	0,213	10,1	0,183	22,7
47	0,188	0,145	22,8	0,145	22,8
48	0,249	0,227	8,8	0,204	18,0
49	0,146	0,138	5,4	0,127	13,0

TAB. 9. Resultatutskrift för typhus

ENERGISTATUS BERÄKNAT MED PROGRAM BIESTAT

1980-02-19

BEST: VÄSTERAS KOMMUN

OBJEKT: KV MAGNA NR 1

Qch 22C	124'	BRAM2>18C	970	Ebr	MWh/år	250	ITEMPFATG	22	LÅG.ST	0
Qch 20C	112'	BRAM2<18C	350	En	MWh/år	250	ITEMPFATG	20	PERSST	20
Qch 17C	95'	SPEC.V.S	0.33	Ed	MWh/år	0				

	MWh/år	MWh/år	MWh/år	LJUSL	KOSTN	MWh/år	LJUSL	KOSTN
	LÅG	PERS	PERS	år	t kr	PERS	år	t kr
AVLOPP	2.3	0.3	0.3	0	0.0	0.3	0	0.0
	V.GR F	V.GR E	ÅTGÄRD	LJUSL	KOSTN	ÅTGÄRD	LJUSL	KOSTN
	%	%	JÅ/NEJ	år	t kr	JÅ/NEJ	år	t kr
VÄRMEPROD/PANNA	100	100	NEJ	0	0.0	NEJ	0	0.0
VÄRMEDISTR/REGL			JÅ	20	17.0	NEJ	0	0.0
BYGGDEL			JÅ			JÅ		

RESULTAT:

11 ENSTAT SBN 75 MWh/år m2BRA 0.125	12 ENSTAT F ATG MWh/år m2BRA 0.226	13 ENSTAT F ATG SBN 75 MWh/år m2BRA 1.805	14 ESP 1 MWh/år 68.4	15 KOSTN t kr 72.1	16 ESPK1 kr/kWh 0.035	17 ESP 2 MWh/år 109.2	18 KOSTN t kr 213.7	19 ESPK2 kr/kWh 0.065	20 ESP 3 MWh/år 40.8
21 ED MWh/år 297.9	22 ESTAT1 MWh/år m2BRA 0.180	23 ESTAT2 MWh/år m2BRA 0.140	24 MWh/år m2BRA 0.052	25 t kr m2BRA 0.055	26 MWh/år m2BRA 0.083	27 t kr m2BRA 0.162	28 ESPK3 kr/kWh 0.116	29 KVOT: 1.442 1.118	

För det valda exemplet gäller följande:

Energistatus efter åtgärds paket 1 = 1,442.

Energistatus efter åtgärds paket 1 och 2 = 1,118.

Av resultatutskriften för typhus 1 framgår vidare att energisparkostnaden för åtgärds paket 1 beräknas till 0,035 kr/kWh, för paket 1 och 2 samtidigt utfört till 0,065 kr/kWh och för enbart åtgärds paket 2 då 1 tidigare utförts till 0,116 kr/kWh. Kostnadsberäkning är gjord enligt prisnivå 1979/80.

TAB. 10. Resultat i datautskrift för typhus.

<u>Uppgift nummer</u>	<u>1sta raden</u>	
11	ESTAT SBN 75 MWh/år m ² BRA	Energistatus med avseende på energiåtgång i MWh/år per m ² bruksarea för huset, som om det vore byggt enligt SBN 75.
12	ESTAT F ÅTG MWh/år m ² BRA	Energistatus med avseende på energiåtgång i MWh/år per m ² bruksarea för huset före åtgärd.
13	ESTAT F ÅTG SBN 75	Energistatus med avseende på energiåtgång för huset före åtgärd, jämfört med motsvarande om det vore byggt enligt SBN 75.
14	ESP 1 MWh/år	Energibesparing i MWh/år efter åtgärd etapp 1.
15	KOSTN t kr	Kostnad i tusen kronor för åtgärd.
16	ESPK 1 kr/kWh	Energisparkostnad i kr/kWh efter åtgärd etapp 1.
17	ESP 2 MWh/år	Energibesparing i MWh/år efter åtgärd etapp 2.
18	KOSTN t kr	Kostnad i tusen kronor för åtgärd.
19	ESPK 2 kr/kWh	Energisparkostnad i kr/kWh efter åtgärd etapp 2 jämfört med före åtgärd etapp 1.
20	ESP 3 MWh/år	Marginell energibesparing i MWh/år för åtgärd etapp 2 jämfört med energistatus efter åtgärd etapp 1.
<u>2dra raden</u>		
21	EO MWh/år	innebär att producerad energi (E netto) MWh/år + gratisvärme skall stämma med beräknad värmeavgång genom ventilation, värmetransmission och avlopp. Om så inte är fallet görs justeringar av ingångsvärden enligt bedömning.
22	ESTAT 1 $\frac{\text{MWh/år}}{\text{m}^2\text{BRA}}$	Energistatus med avseende på energiåtgång i MWh/år per m ² bruksarea för huset efter åtgärd etapp 1.
23	ESTAT 2 $\frac{\text{MWh/år}}{\text{m}^2\text{BRA}}$	Energistatus med avseende på energiåtgång i MWh/år per m ² bruksarea för huset efter åtgärd etapp 2.
24	$\frac{\text{MWh/år}}{\text{m}^2\text{BRA}}$	Årlig energibesparing per m ² bruksarea efter åtgärd etapp 1.
25	$\frac{\text{t kr}}{\text{m}^2\text{BRA}}$	Kostnad för energibesparande åtgärd i tusen kronor/m ² bruksarea etapp 1.
26	$\frac{\text{MWh/år}}{\text{m}^2\text{BRA}}$	Årlig energibesparing per m ² bruksarea efter åtgärd etapp 2.
27	$\frac{\text{t kr}}{\text{m}^2\text{BRA}}$	Kostnad för energibesparande åtgärd i tusen kronor/m ² bruksarea etapp 2.
28	ESPK 3 kr/kWh	Marginell energisparkostnad i kr/kWh efter åtgärd etapp 2 jämfört med energistatus efter åtgärd etapp 1.
29	KVOT	Anger energistatus efter genomförda åtgärder i etapp 1 resp etapp 2.

5 DATAMETODEN

5.1 Underlag, program

Datametoden innebär användning av sådana uppgifter ur olika arkiv, som kan vara intressanta i samband med energisparplaneringen. Det gäller uppgifter om byggnadstyper och byggnadsålder, yt- och volympuppgifter, byggnadsstandard, befolkningsuppgifter och energiförbrukningsdata.

Beträffande energiförbrukningsuppgifterna är Västerås speciellt intressant på grund av den nästan totala anslutningen till fjärrvärme. För alla fjärrvärmeanslutna fastigheter, utom ca 5000 småhus med schablonmätning, finns energiförbrukningsdata i värmeverkets register. Redan denna uppgift i sig själv ger ofta en god indikation på en byggnads energistatus. Här kan också effekten av insatta energisparåtgärder avläsas vid jämförelse av energiförbrukning omräknat till normalår före resp efter åtgärder.

Uppgifter om byggnadstyper och byggnadsålder samt uppgifter om de boende och deras ålder har hämtats från statistikkontoret. Här har analysen framförallt skett inom resp statistikområde på "4-siffernivå", jfr kapitel 3, figur 1.

Tillgängliga uppgifter har använts för beräkning av energistatus för enskilda byggnader samt inom statistikområdena beräkningar och jämförelser beträffande förbrukning per ytenhet och förbrukning per innevånare samt dessa uppgifter ställda i relation till byggnadsålder, de boendes ålder, typ av lägenhetsyta samt yta per innevånare och boende per lägenhet.

5.2 Energistatus

Först har energistatus för enskilda byggnader beräknats. Den av definitionerna på energistatus som lämpar sig bäst för datametoden är energistatusen uttryckt i förbrukning per m^2 uppvärmd yta. Detta används i Tekniska verkens databehandling av värmeförbrukningen. Den för året uppmätta förbrukningen omräknas till normalårsförbrukning som sedan divideras med ytan för att erhålla energistatusen uttryckt i MWh/m^2 .

Vid beräkningen används olika metoder för ytangivelse, vilket anges med bokstäverna L, V eller B.

- L anger att begreppet lägenhetsyta används.
- V anger att våningsytan utgör grunden. Denna har sedan översatts till lägenhetsyta med en korrektionsfaktor.
- B anger att ytan är beräknad, ej uppmätt. Beräkningen grundar sig på det sk E-värdet, ett mått på anslutningens storlek.

Ytuppgifter betecknade L är de säkraste, B är de mest osäkra.

Datautskrift över samtliga fastigheter som har mätning av värmeförbrukningen görs årsvis. Denna lista är huvudinstrumentet för kommunens energirådgivningsverksamhet. Listan innehåller uppgifter om

- . abonnent
- . fastighet
- . anslutningseffekt, s k E-värde
- . uppvärmd yta med ytangivelse enligt ovan
- . uppmätt förbrukning
- . normalårsförbrukning
- . förbrukning per ytenhet.

Maskinell sortering utförs från byggnad med minsta energiförbrukning per ytenhet till byggnad med största. På detta sätt kan energisparrådgivningen riktas mot förbrukare som överstiger en viss nivå. I materialet ingår ej de byggnader som saknar egen mätning utan har schablondebitering (ca 5000 småhus 1978).

Då olika fastigheter jämförs betr energiförbrukning uttryckt i MWh/m² bör det observeras att olika byggnadstyper ej är direkt jämförbara. Exempelvis har enbostadshus förhållandevis stor omslutande kall yta per m² lägenhetsyta, vilket gör att förbrukningen blir genomsnittligt något högre.

För att uppnå en större överblickbarhet har den vidare bearbetningen skett för statistikområden. Då storleken på dessa valts enligt den s k "4-siffernivån" erhålles små områden inom vilka som regel en homogen och ur energisynpunkt likartad bebyggelse finns.

I beräkning 1, se utdrag i tabell 12¹⁾ har byggnadsytor och normalårsförbrukningar summerats områdesvis och specifik områdesförbrukning beräknats.

TAB. 12. Beräkning 1 1978/79.

OMRÅDE	UPPV BOYTA KVM	BYGG- ÅR	NORM.ÅR FÖRBR MWH	FÖRBR/ YTA	SH/ YTA	FH/ YTA	YTA IN/ YTA	YTA OV/ YTA
0111	76032	1943	22313	.293	.000	.013	.000	.987
0112	98038	1943	28446	.290	.000	.265	.000	.735
0113	78329	1943	19369	.247	.000	.000	.025	.975
0114	44716	1922	11702	.262	.000	.064	.000	.936
0115	21889	1922	7985	.365	.008	.124	.000	.876
0121	10481	1940	3057	.292	.011	.121	.000	.868
0122	6073	1936	1233	.203	.033	.617	.000	.350
0123	9972	1940	2189	.220	.000	.745	.000	.255
0131	29958	1929	8106	.271	.000	.832	.000	.168
0132	17343	1937	5073	.293	.000	1.000	.000	.000
0141	28787	1923	7027	.244	.000	.840	.144	.016
0142	45211	1923	9911	.219	.000	.642	.358	.000
0151	31572	1918	8230	.261	.000	.298	.000	.702
0152	12991	1954	3186	.245	.000	.887	.113	.000
0153	17269	1918	5015	.290	.000	.383	.565	.052

7330	0	1924	0	.000	.000	.000	.000	.000
7410	0	1910	0	.000	.000	.000	.000	.000
7510	0	1949	0	.000	.000	.000	.000	.000
7520	0	1946	0	.000	.000	.000	.000	.000
7530	0	1915	0	.000	.000	.000	.000	.000
8888	0	0	0	.000	.000	.000	.000	.000
9999	0	0	0	.000	.000	.000	.000	.000

1) Enbart del av första och sista sidan har medtagits.
Gäller samtliga datalistor.

Av beräkningen framgår genomsnittliga byggnadsåret för byggnaderna inom respektive område. Normalårsförbrukningsvärdena har använts, dvs uppmätt förbrukning har korrigerats med hänsyn till temperaturvariationerna mellan olika år för att årsjämförelser ska bli möjliga. Andelen småhusyta, flerbostadshusyta, industriyta och övrig yta har beräknats för att maskinellt kunna sortera bort heterogena områden med stor andel lokalyta och övrig yta.

Uppgifterna förbrukning per ytenhet är angivna i sorten MWh/m² och år. Den nedre delen av tabellen visar områden med enbart schablondebitering eller övriga specialområden.

I beräkning 2, se utdrag i tabell 13, har områdenas normalårsförbrukning jämförts med uppgifter om de boende: Folkmängden i områdena 1978-12-31 och de boendes medianålder har angivits, liksom antal lägenheter och rumsenheter. Med hjälp av dessa data har förbrukning per innevånare, yta per innevånare och innevånare per rumsenhet beräknats.

TAB. 13. Beräkning 2 1978/79.

OMRÅDE	NORMFÖR BR 7875 MMH	FOLKMGD 781231	MEDIAN ÅLDER	FÖRBR/ INV	ANTAL LGH	ANTAL RE	INV/ RE	YTA/ INV
0111	22313	73	55.0	305.7	50	176	.4	1041.5
0112	28446	361	61.0	78.8	279	894	.4	271.6
0113	19369	33	53.0	586.9	22	87	.4	2373.6
0114	11702	96	60.5	121.9	54	234	.4	465.8
0115	7985	29	64.0	275.3	21	75	.4	754.8
0121	3057	11	24.0	277.9	4	42	.3	952.8
0122	1233	147	50.0	8.4	75	362	.4	41.3
0123	2189	174	57.0	12.6	107	373	.5	57.3
0131	8106	461	50.0	17.6	416	1043	.4	65.0
0132	5073	358	68.0	14.2	314	803	.4	48.4
0141	7027	370	52.0	19.0	242	833	.4	77.8
0142	9911	377	36.0	26.3	267	850	.4	119.9
0151	8230	125	57.0	65.8	119	277	.5	252.6
0152	3186	389	38.0	8.2	275	740	.5	33.4
0153	5015	79	28.0	63.5	52	151	.5	218.6
6320	0	255	35.0	.0	97	465	.5	.0
6410	0	51	31.0	.0	15	80	.6	.0
6420	0	232	33.0	.0	80	391	.6	.0
7110	0	1652	31.0	.0	491	2809	.6	.0
7120	0	38	36.5	.0	14	75	.5	.0
7130	0	351	39.0	.0	146	672	.5	.0
7210	0	171	42.0	.0	66	306	.6	.0
7310	0	121	34.0	.0	48	193	.6	.0
7320	0	26	31.5	.0	11	59	.4	.0
7330	0	169	42.0	.0	67	295	.6	.0
7410	0	85	35.0	.0	25	125	.7	.0
7510	0	162	31.0	.0	58	258	.6	.0
7520	0	118	39.5	.0	46	197	.6	.0
7530	0	412	39.0	.0	156	679	.6	.0
8888	0	300	52.0	.0	0	0	.0	.0
9999	0	31	35.0	.0	0	0	.0	.0

Korrelationskörningar mellan specifik förbrukning och medianålder respektive förbrukning och lägenhetsstorlekar har skett i kapitel 7. Som framgår av tabell 13 blir förbrukningen per innevånare högst varierande om inte lokalytor och industriytor bortsorteras. I exempelvis områdena 0111 och 0113 har en stor lokalförbrukning fördelats på ett fåtal innevånare vilket ger en felaktig bild. Av denna anledning har sortering av områdena skett efter olika grunder vilket framgår av kapitel 7.4.

TAB. 14. Beräkning 3 A 1978/79.

LISTAN INNEHÅLLER ENDAST OMRÅDEN DÄR BOSTADSYTAN UPPGÅR TILL MINST 50 PROC AV DEN TOTALA UPPVÄRMDA YTAN

OMRÅDE	NORMFÖR BR 7879	FOLKMGD 781231	MEDIAN ÅLDER	FÖRBR/ INV	ANTAL LGH	ANTAL RE	INV/ RE	YTA/ INV	FÖRBR/ KVM	YTA	INV/ LGH
0122	1233	147	50.0	8.4	75	362	.4	41.3	.203	6073	2.0
0123	2189	174	57.0	12.6	107	373	.5	57.3	.220	9972	1.6
0131	8106	461	50.0	17.6	416	1043	.4	65.0	.271	29958	1.1
0132	5073	358	68.0	14.2	314	803	.4	48.4	.293	17343	1.1
0141	7027	370	52.0	19.0	242	833	.4	77.8	.244	28787	1.5
0142	9911	377	36.0	26.3	267	850	.4	119.9	.219	45211	1.4
0152	3186	389	38.0	8.2	275	740	.5	33.4	.245	12991	1.4
0212	571	117	55.0	4.9	51	332	.4	23.3	.209	2731	2.3
0215	4786	164	59.0	29.2	115	378	.4	109.9	.266	18017	1.4
0221	8709	529	61.0	16.5	376	1334	.4	64.1	.257	33927	1.4
0223	752	46	64.0	16.3	33	120	.4	52.1	.314	2395	1.4
0231	550	126	48.5	4.4	67	319	.4	19.8	.220	2498	1.9
0232	97	58	43.0	1.7	29	116	.5	6.9	.244	398	2.0
0312	6704	450	57.0	14.9	286	979	.5	65.2	.228	29345	1.6
0313	1541	251	43.0	6.1	136	591	.4	21.4	.287	5360	1.8
3533	2174	229	35.0	9.5	70	441	.5	35.3	.269	8083	3.3
3534	2927	322	33.0	9.1	110	547	.6	43.9	.207	14125	2.9
3535	167	302	33.0	.6	84	469	.6	2.3	.240	695	3.6
3536	71	133	36.0	.5	38	232	.6	2.3	.231	308	3.5
3537	1693	145	40.0	11.7	43	296	.5	44.0	.265	6381	3.4
3814	31931	2444	24.0	13.1	967	3622	.7	59.8	.218	146150	2.5
3821	2785	153	32.0	18.2	41	279	.5	54.1	.336	8282	3.7
3825	2654	382	29.0	6.9	112	588	.6	35.5	.196	13545	3.4

I beräkning 3 A, se tabell 14, har ett urval av statistikområden gjorts, så att enbart områden där bostadsytan uppgår till minst 50 % av den totala uppvärmda ytan medtagits. Här anges även förbrukning per ytenhet i samma tabell.

Beräkning 3 B, tabell 15, anger motsvarande uppgifter för ett begränsat urval "handplockade" områden.

TAB. 15. Beräkning 3 B 1978/79.

URVAL AV OMRÅDEN EJ SCHABLON ENLIGT S R

OMRÅDE	NORMFÖR BR 7879	FOLKMGD 781231	MEDIAN ÅLDER	FÖRBR/ INV	ANTAL LGH	ANTAL RE	INV/ RE	YTA/ INV	FÖRBR/ KVM	YTA	INV/ LGH
0123	2189	174	57.0	12.6	107	373	.5	57.3	.220	9972	1.6
0131	8106	461	50.0	17.6	416	1043	.4	65.0	.271	29958	1.1
0132	5073	358	68.0	14.2	314	803	.4	48.4	.293	17343	1.1
0141	7027	370	52.0	19.0	242	833	.4	77.8	.244	28787	1.5
0152	3186	389	38.0	8.2	275	740	.5	33.4	.245	12991	1.4
0221	8709	529	61.0	16.5	376	1334	.4	64.1	.257	33927	1.4
0312	6704	450	57.0	14.9	286	979	.5	65.2	.228	29345	1.6
0314	1025	65	57.0	15.8	53	135	.5	51.7	.305	3361	1.2
0325	6648	635	49.0	10.5	362	1256	.5	38.3	.273	24314	1.8
0412	824	71	61.0	11.6	55	152	.5	48.1	.241	3416	1.3
0416	2934	270	64.0	10.9	213	523	.5	35.5	.306	9590	1.3
0424	1637	127	67.0	12.9	100	261	.5	34.3	.376	4351	1.3
0631	7624	817	30.0	9.3	366	1270	.6	35.1	.266	28697	2.2
0632	16071	1505	35.0	10.7	659	2490	.6	44.9	.238	67556	2.3
0641	13917	1809	29.0	7.7	757	2747	.7	32.6	.236	58996	2.4
3415	4464	549	33.0	8.1	289	948	.6	31.4	.259	17220	1.9
3416	2252	274	47.0	8.2	152	519	.5	30.0	.274	8213	1.8
3423	1295	130	37.0	10.0	44	241	.5	36.3	.275	4715	3.0
3533	2174	229	35.0	9.5	70	441	.5	35.3	.269	8083	3.3
3534	2927	322	33.0	9.1	110	547	.6	43.9	.207	14125	2.9
3537	1693	145	40.0	11.7	43	296	.5	44.0	.265	6381	3.4
3814	31931	2444	24.0	13.1	967	3622	.7	59.8	.218	146150	2.5
3825	2654	382	29.0	6.9	112	588	.6	35.5	.196	13545	3.4

TAB. 16. Beräkning 3 C 1978/79.

OMRÅDEN MED MINST 95 PROC BOSTADSYTA												
OMRÅDE	NORMFÖR BR 7879	FOLKMGD 781231	MEDIAN ALDER	FÖRBR/ INV	ANTAL LGH	ANTAL RE	INV/ RE	YTA/ INV	FÖRBR/ KVM	YTA	INV/ LGH	
0132	5073	358	68.0	14.2	314	803	.4	48.4	.293	17343	1.1	
0212	571	117	55.0	4.9	51	332	.4	23.3	.209	2731	2.3	
0221	8709	529	61.0	16.5	376	1334	.4	64.1	.257	33927	1.4	
0223	752	46	64.0	16.3	33	120	.4	52.1	.314	2395	1.4	
0232	97	58	43.0	1.7	29	116	.5	6.9	.244	398	2.0	
0312	6704	450	57.0	14.9	286	979	.5	65.2	.228	29345	1.6	
0313	1541	251	43.0	6.1	136	591	.4	21.4	.287	5360	1.8	
0314	1025	65	57.0	15.8	53	135	.5	51.7	.305	3361	1.2	
0322	398	114	44.5	3.5	57	279	.4	14.0	.218	1822	2.0	
0324	426	194	44.5	2.2	105	456	.4	11.3	.195	2183	1.8	
0325	6648	635	49.0	10.5	362	1256	.5	38.3	.273	24314	1.8	
0326	512	82	42.5	6.2	38	180	.5	20.7	.302	1695	2.2	
0411	2504	344	54.0	7.3	208	655	.5	24.0	.304	8239	1.7	
0412	824	71	61.0	11.6	55	152	.5	48.1	.241	3416	1.3	
0414	169	237	47.0	.7	130	526	.5	2.9	.249	680	1.8	
23	3533	2174	229	35.0	9.5	70	441	.5	35.3	.269	8083	3.3
23	3534	2927	322	33.0	9.1	110	547	.6	43.9	.207	14125	2.9
20	3535	167	302	33.0	.6	84	469	.6	2.3	.240	695	3.6
20	3536	71	133	36.0	.5	38	232	.6	2.3	.231	308	3.5
20	3537	1693	145	40.0	11.7	43	296	.5	44.0	.265	6381	3.4
24	3821	2785	153	32.0	18.2	41	279	.5	54.1	.336	8282	3.7
24	3825	2654	382	29.0	6.9	112	588	.6	35.5	.196	13545	3.4

I beräkning 3 C, se tabell 16, har områdesurvalet skett efter kriteriet att bostadsytan ska uppgå till minst 95 % av den totala uppvärmda ytan.

Beräkning 3 C är den datakörning som innehåller minst osäkerheter. Kolumnen yta/inv ger indikationer på vilka områden som ändå måste betraktas som osäkra (se exempelvis områdena 0232 och 0414). För övrigt bör detta underlag vara användbart för vidare studier.

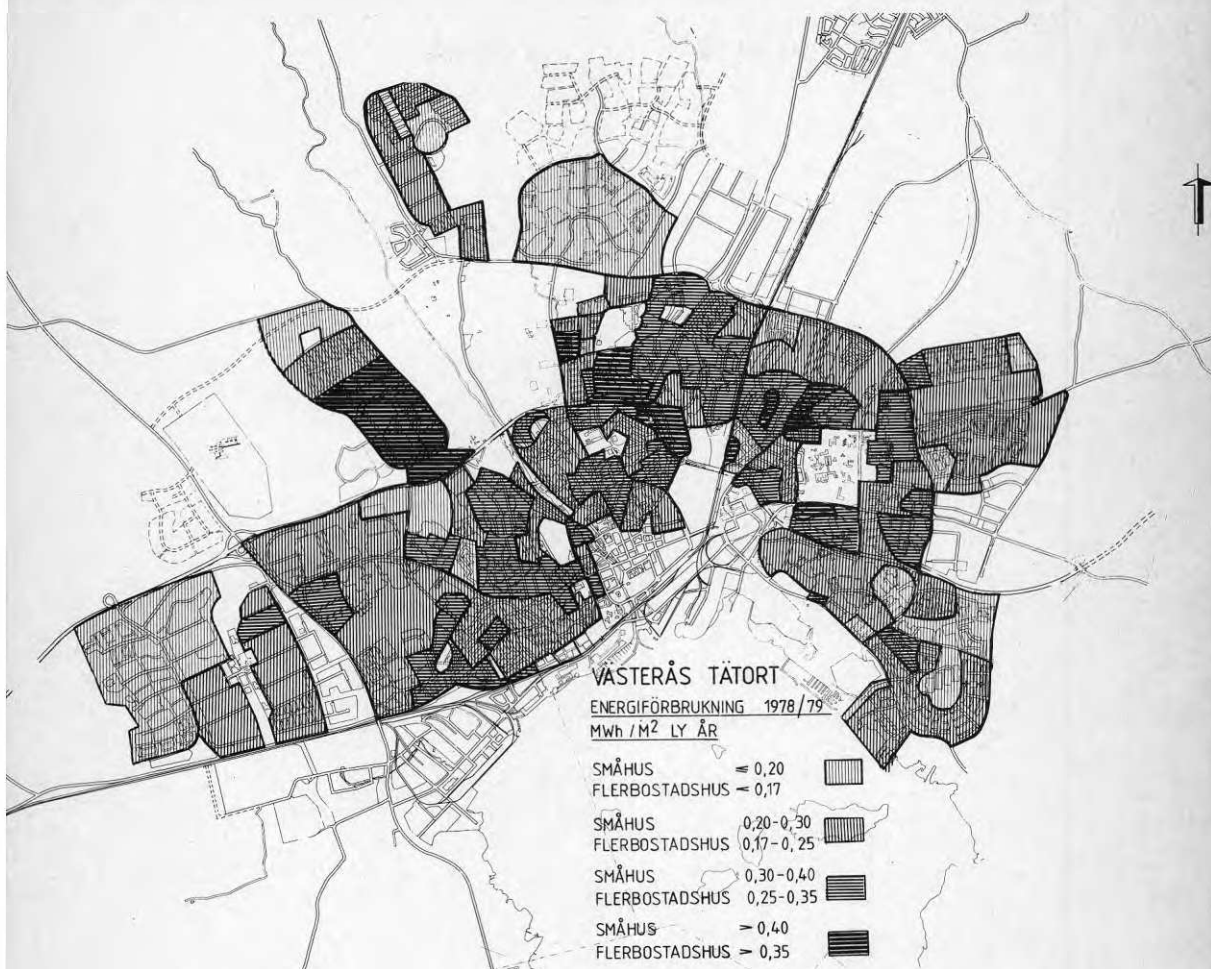
Med beräkning 3 C som grund har bostadsbebyggelsens energistatus områdesvis studerats. Bebyggelsen har indelats i 4 klasser med avseende på energistatus enligt tabell 17.

TAB.17. Klassindelning för energistatus.

Klass	Energiförbrukning (MWh/m ² ly pr år)	
	Småhus	Flerbostadshus
1	- 0,20	- 0,17
2	0,20 - 0,30	0,17 - 0,25
3	0,30 - 0,40	0,25 - 0,35
4	0,40 -	0,35 -

Klass 1 motsvarar nybyggnadsstandard enligt SBN 1975, klass 2 motsvarar ungefär SBN 1967 vad gäller energistatusen. Den sämsta klassen har alltså en dubbelt så stor energiförbrukning som nybyggda hus. Då normenligt byggda småhus drar 15-20 % mer energi per ytenhet än flerbostadshusen har olika gränsvärden valts för de båda hustyperna.

FIG. 7. Bostadsbebyggelsens energistatus 1978/79.



Energistatus enligt figur 7 står delvis i relation till byggnadsåldern och vid byggnadstillfället gällande bestämmelser, jfr figur 2. Men stora avvikelser finns också. I den sämsta klassen enligt figur 7 finns främst flerbostadshusområden av två slag, dels 60-talsbebyggelse uppförd i stora serier, dels vissa mindre äldre områden som är i behov av underhåll och ombyggnad. De områden som ej markerats på figur 7 innehåller blandad bebyggelse. Det gäller främst innerstaden och industriområdena.

5.3 Energisparmöjligheter

Liksom för typhusen enligt besiktningsmetoden uppdelas de energibesparande åtgärderna i åtgärdspaket. Det är viktigt för uppnående av god energispareffekt för var och en av åtgärdspaketen att byggåtgärder följs upp av installationsåtgärder såsom temperaturreglering, likaså att installationsåtgärder sammankopplas med byggåtgärder såsom tätning.

För bostadshus som är välskötta och har god kondition kan arbetena delas upp i ett paket för åtgärder med minimala störningar för de boende och ett paket för åtgärder i en framtid i samband med då inplanerade större underhålls- eller ombyggnadsarbeten.

Exempel på åtgärdspaket blir då

- Steg 1 . Förbättring av värmeanläggningen, automatik-
snarast utrustning
- . Fönstertätning mellan bågar och karm
 - . Tilläggsisolering av lättåtkomliga vindsbjälklag
 - . Temperaturreglering, inreglering av värmesystem
- Steg 2 . Tilläggsisolering av svåråtkomliga vindsbjälklag
i samband under utnyttjade vindar
- . Tätning och tilläggsisolering av bottenbjälklag
(i hus med uteluftsventilerad kryprumsgrund)
 - . Tätning och tilläggsisolering av ytterväggar
 - . Tilläggsisolering av fönster (insatsglas eller
isolerruta på insidan)
 - . Förbättring av ventilationsanläggningen
(i vissa hus med mekanisk till- och frånlufts-
ventilation)
 - . Temperaturreglering

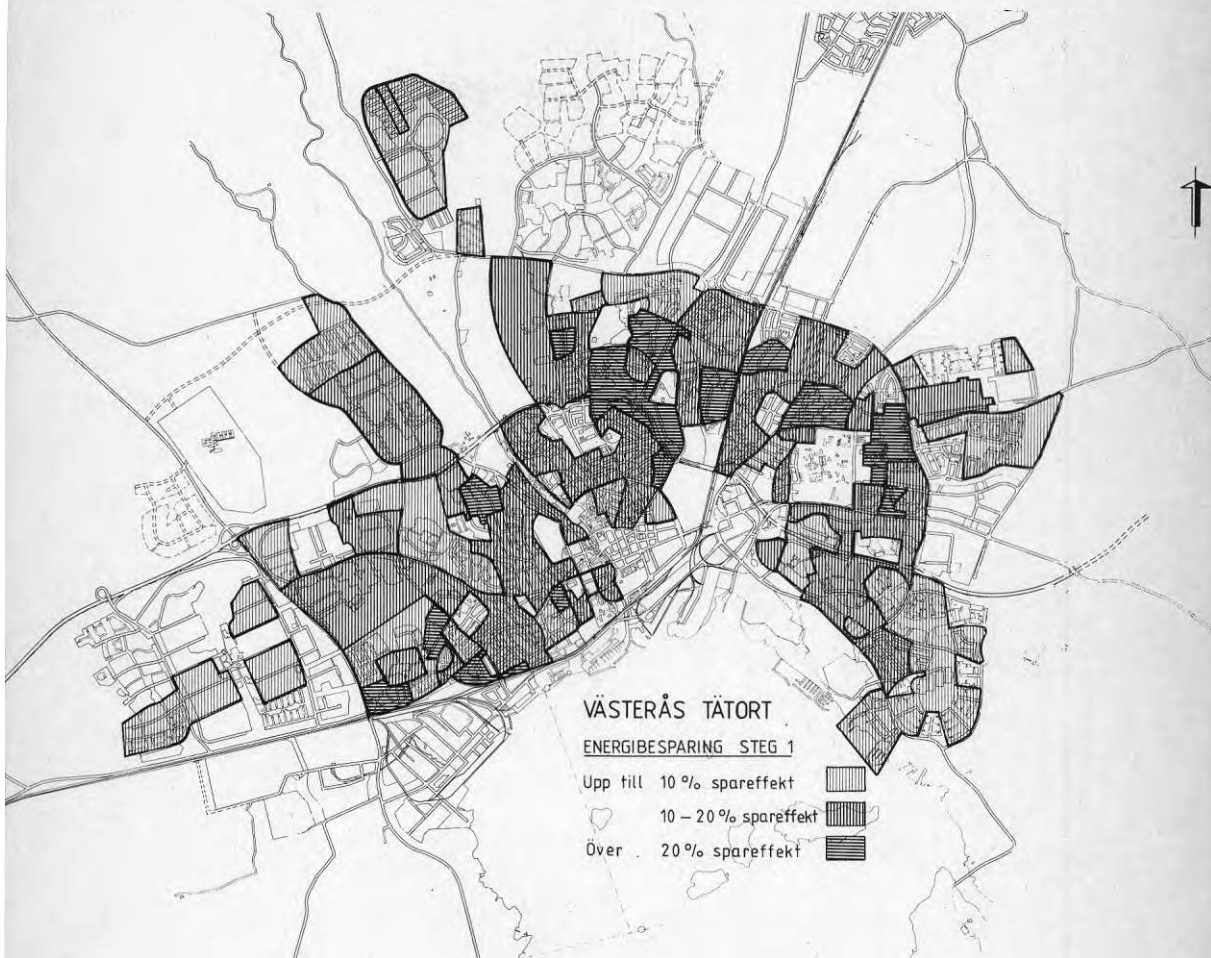
Sparmöjligheterna under åren 1979-88 har studerats för åtgärder enligt steg 1 (värmereglering, automatik, tätning, vindisolering och liknande enklare åtgärder). Antagna sparmöjligheter har grupperats i tre klasser enligt tabell 18.

TAB. 18. Indelningsgrund för sparmöjligheter i steg 1 enligt datametoden.

A	0 - 10 % besparing (genomsnitt 5 %)
B	10 - 20 % " (" 15 %)
C	mer än 20 % " (" 25 %)

Den områdesvisa klassindelningen har gjorts efter en jämförelse med typhusen samt efter erfarenheter från genomförda energisparåtgärder. Då typhus finns för de flesta huvudtyper i byggnadsbeståndet har föreslagna energisparåtgärder i steg 1 till största delen följt typhusmetodens antaganden. Figur 8 visar antagen energibesparing i steg 1.

FIG. 8. Antagen energibesparing 1979-88 i steg 1.




Vid jämförelse mellan figur 7 och 8 framgår att det inte alltid är i de områden som har den sämsta energistatusen man kan förvänta det största energisparandet i steg 1. Orsakerna kan vara att de stora förlusterna är svåråtkomliga, exempelvis dåliga fasader och kulvertförluster. Kommunens energirådgivningsverksamhet bör naturligtvis riktas mot de områden där största möjliga sparande förväntas med enkla åtgärder.

Beräkning 4, se utdrag i tabell 19, anger, med antagna sparprocent enligt ovan, spareffekter enligt steg 1, för områden där bostadsytan utgör minst 50 %.

TAB. 19. Beräkning 4. Spareffekter enligt steg 1.

BERÄKNING AV SPAREFFEKTER
OMRÅDEN MED BOSTADSYTA MINST 50 PROCENT

	OMRÅDE	NORMFÖR BR 78/79	SPAR PROC	BESPA RING	NETTO FORBR
	0122	1233	5.0	0	1233
	0123	2189	5.0	109	2080
	0131	8106	5.0	405	7701
19	0132	5073	5.0	254	4819
	0141	7027	15.0	1054	5973
12	0142	9911	15.0	1487	8424
	0152	3186	5.0	159	3027
24	0212	571	15.0	86	485
	0215	4786	5.0	239	4547
29	0221	8709	15.0	1306	7403
	0223	752	15.0	113	639
13	0231	550	15.0	83	467
	0232	97	15.0	15	82
51	0312	6704	5.0	335	6369
	0313	1541	15.0	231	1310
					
	3413	3015	15.0	452	2563
29	3414	4584	5.0	229	4355
	3415	4464	15.0	670	3794
23	3416	2252	5.0	113	2139
	3421	164	15.0	25	139
20	3422	389	15.0	58	331
	3423	1295	15.0	194	1101
32	3533	2174	5.0	109	2065
	3534	2927	5.0	146	2781
34	3535	167	5.0	8	159
	3536	71	5.0	4	67
56	3537	1693	5.0	85	1608
	3814	31931	15.0	4790	27141
31	3821	2785	5.0	139	2646
	3825	2654	5.0	133	2521
40	SUMMA	799790	13.6	109075	690715

Av beräkningen framgår totalt förväntad spareffekt i steg 1 i bostadsbeståndet 13,6 %. I de 48 typhusen var motsvarande siffra 12,8 %. Vi ser också att totalförbrukningen i dessa bostadsområden är 800.000 MWh vilket motsvarar ca 45 % av hela fjärrvärmeförbrukningen.

Bostadssparandet i steg 1 enligt ovan motsvarar 109.000 MWh fördelat enligt tabell 20.

TAB.20. Sparmöjligheter i steg 1.

Spareffekt steg 1	Uppvärmd boyta m ²	Besparing MWh	Antal områden
0 - 10	865.400	10.580	66
10 - 20	1.506.300	57.815	87
20	534.400	40.680	21
Summa	2.911.100	109.075	174
		= 13,6 %	

Sparandet motsvarar 0,04 MWh per m² uppvärmd yta. Steg 1 är klart lönsamt och ger som regel 20-40 % ränta på satsat kapital.

Sparandet innebär möjligheter till en dämpad hyreshöjningstakt eller i vissa fall möjlighet till prissänkningar. Tabell 21 visar årlig besparing på grund av sparandet i steg 1.

TAB. 21. Besparing i kronor per år.

Energipris kr/MWh	Årlig totalbesparing milj kr	Årlig besparing per ytenhet kr/m ² år
150	16,4	6
200	21,8	8

Beroende på energiprisnivån innebär alltså sparandet enligt steg 1 besparingar på 6-8 kr/m² år, totalt 3-5 % av hyreskostnaden.

6 KALKYLER FÖR SPARMÖJLIGHETER

6.1 Kulturmiljö

Alla fastigheter kan inte eller bör inte bli föremål för tilläggsisolering eller fönsterbyten. Detta beroende på husens utformning och den försämring av bostadsmiljön som kan bli följden om fasadmaterialet ändras. Utöver fastighetsekonomiska och energitekniska faktorer måste även andra aspekter vägas in nämligen:

- kulturhistoriska
- estetiska
- miljömässiga.

Energibesparing har hittills i praktiken till stor del inneburit tilläggsisolering. Stora förändringar i bostadsmiljön har skett, eller är förestående. Som exempel kan nämnas flerbostadshusen i Gideonsberg, Karlsdal, Iggebygårdet och Gåsmyrevreten. Vad gäller småhus har förändringar skett i villabandet runt centrala Västerås företrädesvis i stadsdelarna Jakobsberg, Stohagen, Hammarby och Malmaberg.

Statliga lån och bidrag samt byggnadsmaterialindustrins marknadsföring är några av anledningarna till att tilläggsisoleringarna fått en så stor omfattning. På det sätt lån och bidrag utformats har tilläggsisolering framställts som gynnsamt. Detta speciellt för byggnader, vars fasader av andra skäl har varit i behov av renovering. För en liten merkostnad har byggnader kunnat tilläggsisoleras. Bidraget för fasadskiktet är emellertid slopat sedan 1980-01-01.

En bebyggelsemiljö, som påverkas av många människor under lång tid, får så småningom en allt rikare och mer komplex karaktär. En gammal stadskärna med alla sina skiftande inslag, blandningen av olika verksamheter och oväntade smådetaljer ger en utmärkt bild av detta. Det är denna gradvisa tillväxt och förändring, som resulterar i en varierande och levande miljö. Genom planering och hantverksskicklighet baserad på tradition och kunnande har så småningom vår yttre miljö skapats. Om man satsar hårt på utvändigt tilläggsisolering kan miljön på ett par årtionden helt komma att ändra karaktär. Hus efter hus, stadsdel efter stadsdel får likformigt utseende genom fasadförändringar präglade av vad byggnadsmaterialindustrin marknadsfört under denna korta period. Här finns ett ansvar för byggnadsnämnden att väga den enskildes och samhällets önskemål om bättre värmeushållning mot de värden som finns i den befintliga miljön.

Tätortsmiljön berörs av fönsterbyten och tilläggsisolering bl a genom att

- Enhetliga miljöer splittras
- Vålutformade fasader förenklas och förvanskas
- Färgsättning försvåras
- Konflikter uppstår mellan gammalt och nytt

Det enskilda huset berörs av tilläggsisolering och fönsterbyten bl a på följande sätt:

- Byggnader präglade av trä- eller putskaraktär paketeras i ett plåt- eller tegelfodral, som ofta inte får någon arkitektonisk bearbetning.
- Spröjsade fönster ersätts med perspektivfönster eller andra enkla typer. Väggar tjockas på så att fönster kommer att sjunka in i fasaden.
- Taksprång, lister, socklar täcks i större eller mindre omfattning, så att proportionerna för huset förvrängs.
- Fasaddekorationer försvinner ofta helt under det nya skalet. Entréer och balkongers fasadanslutning blir förändrade.

Vid tilläggsisolering av trähus används oftast plåt som nytt fasadmateriäl av ekonomiska och underhållsmässiga skäl. Plåten har vanligen utformats för att efterlikna trä. Ses en plåtfasad bredvid en träfasad framträder starkt träets nyansrikedom och dess möjligheter till bearbetning. Plåten har inte dessa förutsättningar och är utseendemässigt betydligt känsligare för åverkan. En buckla märks betydligt mer än en skavd bräda.

Putsade hus är en annan typ där fasadmateriälbyte sker. Puts ersätts ofta med plåt eller tegel. Den ursprungliga putsytan kännetecknas av en mer eller mindre skrovlig och matt yta utan mönsterriktning. Plåt på dessa hus ger en blank och mönstrad fasad genom plåtens glatta och texturlösa yta. Genom randningen verkar dessa hus högre och skiljer sig betydligt från putshus i omgivningen. Tegel medför ofta att byggnaden får en övertung karaktär.

FIG. 9. Träbyggnad i välutvecklad nationalromantisk stil har klätts med kalksandsten och brunlaserade gavelspetsar. Takteglet har ersatts med mörka betongpannor. Den gamla karaktären, som fint harmoniserade med sin omgivning, har helt utplånats.

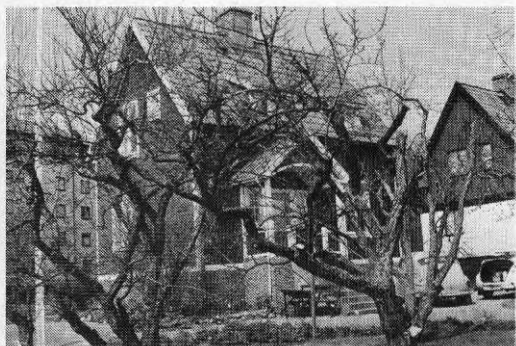
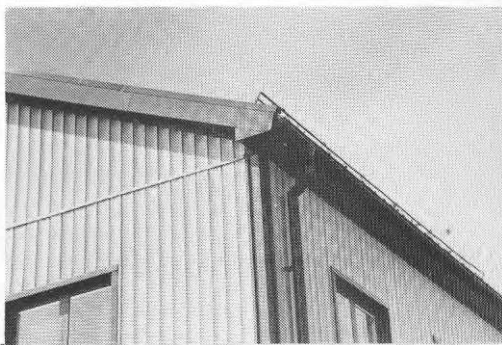


FIG. 10. Ett enkelt men vårdat tvåbostadshus har förvandlats till något helt främmande för sin omgivning.



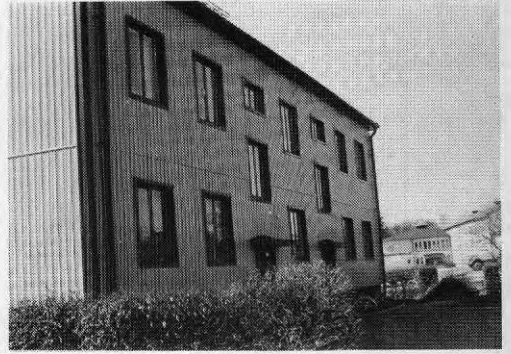
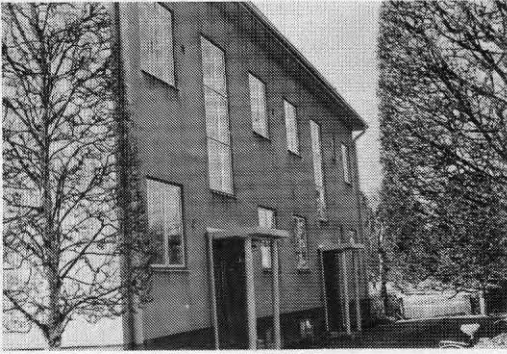
FIG. 11. Byggnadens lugna och harmoniska detaljutformning har spolierats.



Fönsters placering och utformning är mycket betydelsefullt för fasadens utseende. Gamla spröjsade fönster ersätts ofta av ospröjsade. I de fall bytet sker till nya spröjsade fönster är format och indelning samt profilering av karm och spröjs ofta olika de ursprungliga.

Tilläggsisolering innebär att fasadlivet flyttas ut 10-20 cm. Det är i första hand vid takfot, fönster och sockel som förändringen märks. Taksprång minskar eller försvinner helt. Fönstren ligger djupt i fasaden vilket starkt förändrar en fasads karaktär. Socklar verkar indragna och markeras kraftigt.

FIG. 12. Fasadens skivverkan har helt gått förlorad.
Fönsteröppningarna utgörs av "svarta hål" i fasaden.



Plåtfirmornas standardfärger innebär en begränsning vid färgsättning. Starka färger dominerar i utbudet och medför svårigheter i anpassning till äldre omkringliggande hus. Lasyr på trä i samband med tilläggsisolering väljs ofta av underhållsskäl. Skillnaden blir stor mellan täckmålat och laserat i gamla miljöer.

FIG. 13. En ny färgsättning som är helt främmande för byggnaden. Gavelspetsar, balkonger och hörn har markerats i avvikande färg. Plåtskarven på gaveln medför en kraftig skuggverkan. Genom den nya färgsättningen faller byggnadskroppen sönder på ett sätt som är främmande för miljön.



Förändring av ett hus återverkar på hela omgivningen. Konflikter mellan gammalt och nytt uppstår. Nya material och färger men också det sätt varpå de används utgör problem. Ägoförhållanden kan utgöra problem i områden med flera lika hus och medföra svårigheter vid samordning av åtgärder så att inte miljön försämras.

Stadsbyggnadskontoret har under 1980 utfört en inventering av kulturhistoriskt intressanta byggnader och miljöer i Västerås tätort. Denna inventering har legat till grund för ett bevarandeprogram, antaget av kommunfullmäktige. I bevarandeprogrammet redovisas områdena benämnda "miljöhänsynsområden". Det är områden inom vilka byggnader, mark och vegetation samspelar på ett sätt som ger det tidstypisk eller säregen karaktär. Inom dessa områden bör vid nybyggnad eller ombyggnad sådan avvikelse från tidigare utformning icke medges att stadsbilden i väsentlig grad ändras. "Miljöhänsynsområdena" omfattar Kyrkbacken, delar av City, Herrgårdet, Östermalm, Stallhagen, Hammarby, Jakobsberg, Lustigkulla, Blåsbo, Karlsdal, Gideonsberg, Vega, Skallberget, Hemdal, Malmaberg, Skiljebo och Viksäng.

I bevarandeprogrammet ingår ca 450 byggnader som är av kulturhistoriskt intresse. Dessa byggnader avses att få en särskild bestämmelse i stadsplan så att väsentlig förändring av befintlig bebyggelses yttre form eller allmänna karaktär ej får vidtas. Eftersom energisparplanen visar att skede 2, i vilket bl a fasadisolering ingår, bara kan ge en spareffekt på ca 3 % torde energisparintressen och bevarandeintressen ofta kunna tillgodos ses samtidigt.

6.2 Hälsoskydd

Fukt- och mögelproblemen är allmänt kända konsekvenser av ett felaktigt utfört energisparande. Det gäller tätningar vid fönster och mellan olika byggnadsdelar i de fall fungerande ventilationssystem saknas i byggnaden. Det kan också gälla nedvarvning av fläktarna eller att ventilationen stängs av alldeles vissa tider, även då människor vistas i byggnaden.

Speciellt bör ovannämnda frågor beaktas då höga radonhalter kan befaras. Som bekant kan förhöjda radonhalter bero på två skilda orsaker, dels markradon dels olämpliga material, främst blå lättbetong. Enligt gjorda undersökningar har man ej funnit några områden med förhöjd markradon inom kommunen. Det är annars den typen som är svårast att byggnadstekniskt klara. Däremot förekommer byggnader med blå lättbetong. En kartläggning av dessa har gjorts genom kommunens försorg. För aktuella byggnader avråds från tätningsåtgärder. I vissa fall föreslås en förbättrad mekanisk ventilation, vilket kan innebära en viss ökning i energiförbrukningen.

6.3 Fastighetsägarnas initiativ

Eftersom energisparandet är frivilligt beror utfallet helt på fastighetsägarnas beslut. En viss andel av tänkbara och lönsamma energisparåtgärder vidtas inte, till exempel på grund av följande orsaker

- fastighetsägaren anser åtgärden ej lönsam i det enskilda fallet
- fastighetsägaren ej motiverad av andra orsaker, ålder, tidsbrist, planerad försäljning o dyl
- information från energisparrådsgivningen har ej nått fram på ett riktigt sätt.

- Speciella problemtyper beroende på ägarkategori.

För den sista punkten kan två exempel nämnas.

Kostnadskrävande energiinvesteringar kan många gånger ej genomföras om medel ej finns reserverade för detta i årets budget. Trots god lönsamhet kan sparåtgärder utebli av denna orsak. Olika lösningar på detta har prövats, till exempel att den årliga vinsten av tidigare gjorda energibesparingar får användas för nya investeringar. På detta sätt erhålls ett allt större utrymme för energiinvesteringar. En annan modell är att ett entreprenadföretag som genomför åtgärderna lånar ut pengar till fastighetsägaren som betalar tillbaka i samma takt som energiåtgärden medför en kostnadsbesparing, alltså även en garanti för fastighetsägaren att enbart lönsamma åtgärder genomförs.

En annan problemtyp är vissa typer av hyreskontrakt där det i extremfallet fungerar så att fastighetsägaren får bekosta investeringarna medan hyresgästerna tar hem vinsterna i form av minskat bränsletillägg. Här är andra hyreskonstruktioner på gång så att de minskade bränsleräkningarna dels kommer fastighetsägaren tillgodo som ersättning för gjorda investeringar dels tillfaller hyresgästerna som premie för energisnålt beteende och eventuellt minskad komfort.

6.4 Beräknade praktiska sparmöjligheter

Samtliga ovannämnda orsaker medverkar till ett bortfall i energisparandet. För enklare åtgärder enligt steg 1 är bortfallet tämligen litet. Miljömässiga orsaker till restriktioner föreligger normalt inte. Hälsoskyddsfrågorna kommer in i detta steg vad gäller fönstertätningar och ventilation för vissa objekt, dock innebär detta en tämligen liten begränsning av sparmöjligheterna. Fastighetsägaren känner sig som regel motiverad beträffande steg 1 varför bortfallet av dessa orsaker är litet.

Inom en 10-årsperiod tror vi att 80 % av beräknat energisparande enligt steg 1 kommer till utförande vilket innebär totalt 11 % utfall.

Sparandet i steg 2 kommer att genomföras i betydligt mindre omfattning. Cirka 50 % av tänkbara åtgärder tror vi kommer att genomföras. Främst är det lönsamhetskriteriet som inverkar. Åtgärderna har som regel en payoff-tid på över 10 år. För att steg 2 skall genomföras i större omfattning fordras kraftiga styrmedel från samhällets sida eller ett snabbt ökande energipris. På steg 2 innebär även hänsynstagande till den yttre miljön begränsningar, jfr avsnitt 6.1. Däremot har hälsoskyddsfrågorna tämligen liten inverkan.

Tänkbart energisparande enligt steg 2 har ej beräknats i kapitel 5. Som ledning tjänar enbart typhusen enligt besiktningsmetoden där 9 %-enheter av totalt 22 % sparande antas i steg 2. Här har då redan en utsortering av icke lönsamma åtgärder skett. En viss begränsad hänsyn till kultursynpunkterna vad gäller yttre miljön har även tagits. I verkligheten bedömer nog fastighetsägarna lönsamheten efter strängare kriterier varför ett större bortfall sker av denna anledning. Miljösynpunkterna inverkar även mera liksom den allmänna trögheten i beslutsfattande och genomförande. Genomförandegraden 50 % inom 10-årsperioden bedöms realistisk. Detta innebär 5 % utfall av steg 2.

TAB. 22. Praktiska sparmöjligheter 1978-1988 (11 år)

Sparande	Sparprocent
Genomfört 1978-79	7
Steg 1, 1979-88, 80 % genomförande	11
Steg 2, 1979-88, 50 % genomförande	5
<hr/>	
Summa	23 %

Vid jämförelse med statsmakternas målsättning för 10-års perioden vad gäller hela riket, 30 %, bör påpekas den höga fjärrvärmeförsörjningen i Västerås. Det innebär en effektiv produktions- och distributionsapparat och att den sparmöjlighet som injustering av pannor o dyl erbjuder i annan bebyggelse redan är intjänad (6-10 %).

7 KONTROLLBERÄKNINGAR 1982

7.1 Vidtagna åtgärder i typhusen

Besiktning och utvärdering av typhusen enligt besiktningsmetoden utfördes med energiförbrukningen värmesäsongen 1978/79 som grund. Detta gäller även de datakörningar som genomförts enligt datametoden, se kap 5. Under de tre närmast följande åren har en mängd energisparåtgärder vidtagits både i typhusen och i det övriga byggnadsbeståndet. En kontroll har nu genomförts dels för att studera utfallet av de vidtagna åtgärderna, dels för att undersöka om tidigare antaganden beträffande möjligt energisparande verkar rimliga. Kontrollen gäller värmesäsongen 1981/82.

Med utgångspunkt från energistatistiken har energisparandet i de valda typhusen studerats. Tabell 23 visar genomförda energisparåtgärder samt uppnådd sparprocent för dessa under de senaste tre åren. Den bör jämföras med tabell 11 i kapitel 4 som anger förväntad sparprocent dels i etapp 1, dels i etapp 2. Vid studium av de genomförda energisparåtgärderna finner man att de enklare åtgärderna, alltså åtgärder enligt etapp 1, överväger. Hög sparprocent har uppnåtts enbart genom temperatursänkning, ibland i kombination med tätning av fönster. Se exempelvis hus nr 7, 9, 12 och 16.

Genomgripande åtgärder enligt etapp 2 såsom tilläggsisolering av väggar och byte till treglasfönster har inte alltid givit förväntat resultat. I de fall dessa åtgärder ej följts av noggrann temperaturkontroll och inreglering av värmesystem har åtgärderna resulterat i en komforthöjning i form av höjd inomhustemperatur. Så är fallet för hus nr 8 och 11. Om däremot de genomgripande åtgärderna följs av en noggrann temperaturövervakning erhålls ett gott totalresultat. Se exempelvis hus nr 3.

Av tabellen framgår att en stor energisparmöjlighet ligger i enbart temperatursänkning i husen. Inomhustemperaturen 1979 låg i genomsnitt på 22 å 23 °C. Enbart genom temperatursänkning i kombination med automatik för nattsänkning och inreglering av värmesystem bör ett sparande på bortåt 20 % kunna uppnås i typhusen.

Slutsatsen av kontrollen beträffande typhusen efter 3 år bör vara att sparåtgärder enligt etapp 1 är lättare att utföra och ger större sparande än vad som tidigare antagits. Sparandet enligt etapp 2 är mera tveksamt vad gäller sparpotential men kan även det ge ett bra utfall vid noggrann uppföljning och övervakning.

En ytterligare slutsats är att det förväntade sparandet enligt tabell 11 ej stämmer särskilt väl med utfallet efter 3-års-kontrollen. Det är alltså svårt att förutsäga förväntat sparande då många osäkra faktorer kommer in i bilden, främst beroende på beteenden och inomhustemperaturer.

 Noter till tabell 23

- | | |
|------------------------------|-------------------------------------|
| 1) Ett gårdshus har rivits. | 5) OBS. Temperaturhöjning. |
| 2) Delvis tilläggsisolerat. | 6) Anslutning till fjärrvärme. |
| 3) Ny ägare! | 7) Nedvarvning av frånluftsfläktar. |
| 4) Ny värmeväxlarutrustning. | 8) Byte av kulvertsystem. |
| | 9) Justering av fläktar. |

TAB 23. Genomförda energisparåtgärder hos typhusen under 3 år.

Genomförda energisparåtgärder

Hus nr	Uppvärmad yta m ²	Normalårsförbrukn MWh/m ²		Sparande %	Inomhustemp 1979 1982		Temp sänkn	etapp 1					etapp 2		Annat	
		1978/79	1981/82		1979	1982		Inregl värme	Termo-stat-vent	Auto-matik	Tätning lister	Isol vind	Isol väggar	3-glas fönster		
1	1090	0,20	0,16	21	23	21,5	X	X								
2	800	0,31	0,18	42	22	23/21								X		X ¹⁾
3	600	0,31	0,21	34	24	21/17										
4	838	0,29	0,26	9	20	20/18										
5	1320	0,27	0,25	9	20	19										
6	1070	0,17	0,20	-21	21	21			X							
7	1090	0,20	0,17	15	22	22/20										
8	525	0,24	0,22	8	20	22/20								X		
9	468	0,31	0,24	24	22	22			X					X		
10	270	0,48	0,40	17	23	23										
11	311	0,31	0,31	1	20	20				X				X		
12	1402	0,33	0,25	23	24	20/18										
13	859	0,28	0,22	22	20	21/18				X						
14	594	0,41	0,34	18	22	21			X							
15	1304	0,25	0,19	21	21	21										
16	661	0,28	0,23	18	23	19/17										
17	264	0,51	0,44	15	22	22/21										
18	1803	0,29	0,27	7	22	20										
19	3877	0,37	0,29	22	23	21			X							
20	6115	0,33	0,26	20	22	21								X ²⁾		
21	1722	0,27	0,25	6	21	21/18										
22	304	0,50	0,57	-143)	20	20										
23	1280	0,25	0,21	14	21	19,5										
24	5712	0,33	0,22	35	23	20,5										
25	6813	0,29	0,30	-3	23	23										
26	2891	0,27	0,36	5	20	22/21 ⁵⁾			X							
27	1773	0,26	0,25	5	22	20										
28	11276	0,32	0,28	12	23	21										
29																
30	22622	0,27	0,20	25	22	20			X					X ²⁾		X ⁴⁾

Genomförda energisparåtgärder

Hus nr	Uppvärmd yta m ²	Normalårsförbrukn MWh/m ²		Sparande %	Inomhustemp 1979 1982		Temp sänkn	etapp 1					etapp 2			Annat
		1978/79 MWh/m ²	1981/82 MWh/m ²		1979	1982		Inregl värme	Termo-stat-vent	Auto-matik	Tjättn lister	Isol vind	Isol väggar	3-glas fönster		
31	13218	0,31	0,25	17	21	23/21	X									
32	12938	0,24	0,23	7	22	22/20	X									
33	23092	0,26	0,23	13	23	21	X									
34	10951	0,28	0,25	13	22	22/20	X									
35	9355	0,30	0,26	11	21											
37	150	0,27	0,24	12	21	21/19	X									X ⁶⁾
38	24232	0,23	0,22	4	22											X ⁷⁾
39	19658	0,24	0,18	23	22	19	X			X						
40	13870	0,23	0,19	17	21					X						
41	1362	0,21	0,17	19	22	22/18	X						X			
42	177	0,20	0,15	26	21	20	X						X			
43	30267	0,25	0,22	11	23	23/21	X									
44	27274	0,29	0,23	20	23	21/19	X									
45	37501	0,36	0,32	12	23	21/20	X									X ⁸⁾
46	13727	0,26	0,21	18	22	22/20	X									
47	6632	0,20	0,18	9	23		X									
48	141	0,28	0,22	23	21		X									
49	202	0,18	0,16	11	21	20	X									
50	5283	0,20	0,17	12	21											
51	2538	0,28	0,23	18	22											
52	1705	0,30	0,20	33	23					X						X ⁹⁾
53	6198	0,34	0,26	25	21					X						X
54	1662	0,28	0,24	15	21					X						X
55	13847	0,26	0,22	13	21					X						X
56	304	0,28	0,25	9	22					X						X
57	1257	0,26	0,24	8	23					X						X
58	500	0,34	0,35	-	21					X						X
59	658	0,32	0,28	13	21		X			X						X
60	10940	0,22	0,18	16	21					X						X
61	2879	0,23	0,20	12	21		X									

TAB. 24. Beräkning 1 1981/82.

OMRADE	UPPV BOYTA KVM	BÄGG- ÅR	NORM.ÅR FÖRBR MMH	FÖRBR/ YTA	YTA YTA	SH/ YTA	YTA YTA	FH/ YTA	YTA YTA	IN/ YTA	YTA YTA	ÖV/ YTA
0111	76032	1943	17556	-.231	-.000	-.013	.000	.987				
0112	98038	1943	22402	-.229	-.000	-.265	-.000	.735				
0113	78329	1943	16150	-.206	-.000	-.000	.025	.975				
0114	44716	1922	10830	-.242	-.000	-.064	-.000	.936				
0115	21889	1922	7178	-.328	-.000	-.124	-.000	.876				
0121	10481	1940	2635	-.251	-.011	-.121	-.000	.868				
0122	6073	1936	1660	-.273	-.033	-.617	-.000	.350				
0123	9972	1940	1979	-.198	-.000	-.745	-.000	.255				
0131	29558	1929	7011	-.234	-.000	-.832	-.000	.168				
0132	17343	1937	4649	-.268	-.000	1.000	-.000	.000				
0141	27497	1923	6103	-.222	-.000	-.833	.151	.016				
0142	43711	1923	5689	-.222	-.000	-.629	-.371	.000				
0151	31572	1918	7238	-.229	-.000	-.298	-.000	.702				
0152	12991	1954	3064	-.236	-.000	-.887	.113	.000				
0153	17269	1918	4097	-.237	-.000	-.383	-.565	.052				
7320	0	1952	0	.000	-.000	-.000	.000	.000				
7330	0	1924	0	.000	-.000	-.000	-.000	.000				
7410	0	1910	0	.000	-.000	-.000	-.000	.000				
7510	0	1949	0	.000	-.000	-.000	-.000	.000				
7520	0	1946	0	.000	-.000	-.000	-.000	.000				
7530	0	1915	0	.000	-.000	-.000	-.000	.000				
8888	0	0	0	.000	-.000	-.000	-.000	.000				
9999	0	0	0	.000	-.000	-.000	-.000	.000				

7.2 Energistatus 1982

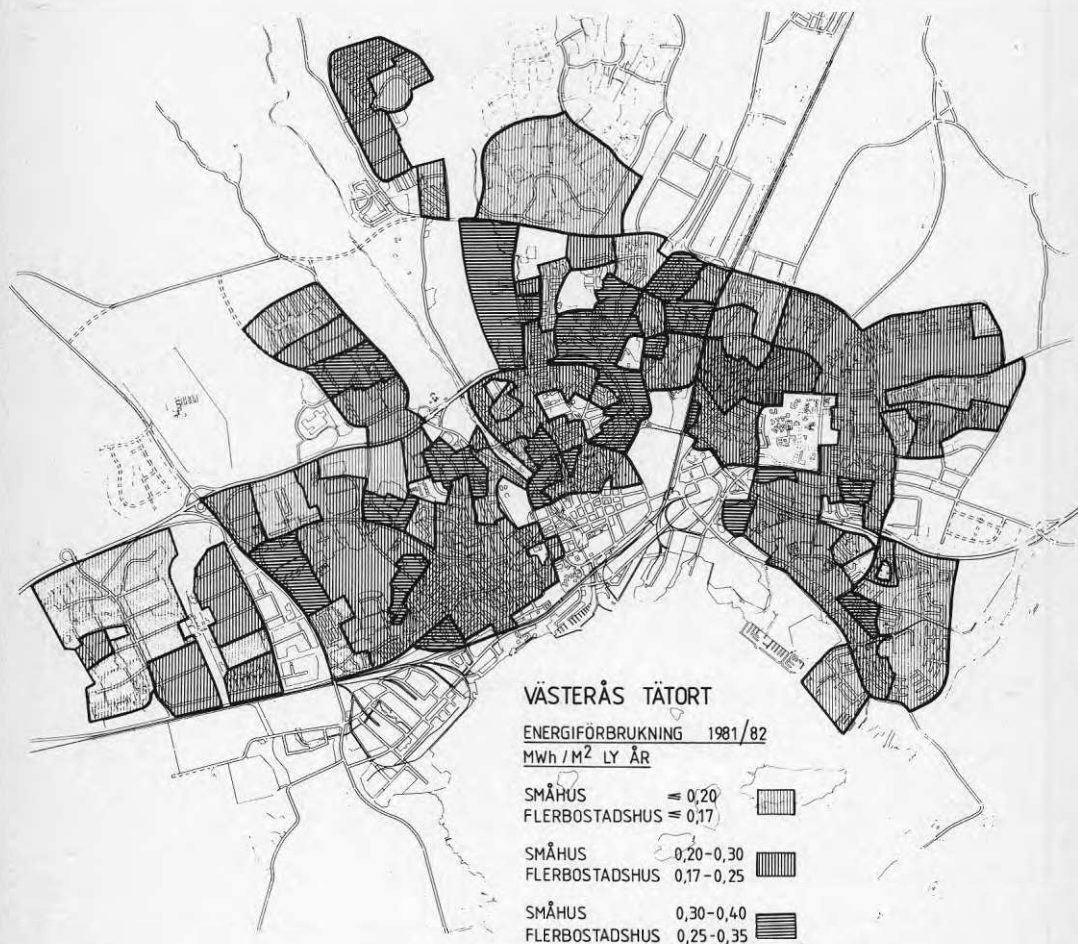
Med energiförbrukningsuppgifterna för bränslesäsongen 1981/82 som grund har nya datakörningar utförts för hela bostadsbeståndet på samma sätt som tidigare gjorts med siffrorna från 1978/79 som grund i kapitel 5. Beräkning 1 och 3 C, se tabell 24 och 25, redovisar energistatus hos bostadsbebyggelsen 1981/82. Energistatus för 1981/82 finns även visad i figur 14.

TAB. 25. Beräkning 3 C 1981/82.

OMRADEN MED MINST 95 PROC BOSTADSYTA

OMRADE	NORMFÖR BR 8182	FOLKMGD 811231	MEDIAN ALDER	FÖRBR/ INV	ANTAL LGH	ANTAL RE	INV/ RE	YTA/ INV	FÖRBR/ KVM	YTA	INV/ LGH
0132	4649	344	67.0	13.5	315	792	.4	50.4	.268	17343	1.1
0212	530	110	54.0	4.8	50	343	.3	24.8	.194	2731	2.2
0221	7376	520	62.0	14.2	378	1339	.4	65.2	.217	33927	1.4
0223	705	43	67.0	16.4	32	103	.4	55.7	.294	2395	1.3
0232	100	55	42.0	1.8	24	119	.5	7.2	.251	398	2.3
0312	4878	438	59.0	11.1	282	974	.4	67.0	.166	29345	1.6
0313	1525	256	41.0	6.0	137	614	.4	20.9	.285	5360	1.9
0314	670	20	38.0	33.5	41	100	.2	168.0	.199	3361	.5
0322	344	109	42.0	3.2	55	265	.4	16.7	.189	1822	2.0
0324	342	188	43.0	1.8	89	462	.4	11.6	.157	2183	2.1
0325	5919	619	51.0	9.6	362	1262	.5	42.0	.228	26009	1.7
0411	1876	294	55.0	6.4	199	638	.5	26.2	.243	7710	1.5
0412	765	73	59.0	10.5	55	155	.5	46.8	.224	3416	1.3
0414	140	211	49.0	.7	121	548	.4	3.2	.206	680	1.7
3533	2076	208	41.0	10.0	70	438	.5	38.9	.257	8083	3.0
3534	2557	317	33.0	8.1	109	631	.5	44.6	.181	14125	2.9
3535	137	276	39.0	.5	84	474	.6	2.5	.197	695	3.3
3536	62	126	38.0	.5	38	223	.6	2.4	.201	308	3.3
3537	1415	133	44.0	10.6	42	282	.5	48.0	.222	6381	3.2
3821	1700	141	37.0	12.1	41	266	.5	58.7	.205	8282	3.4
3825	2276	364	30.0	6.3	111	556	.7	37.2	.168	13545	3.3

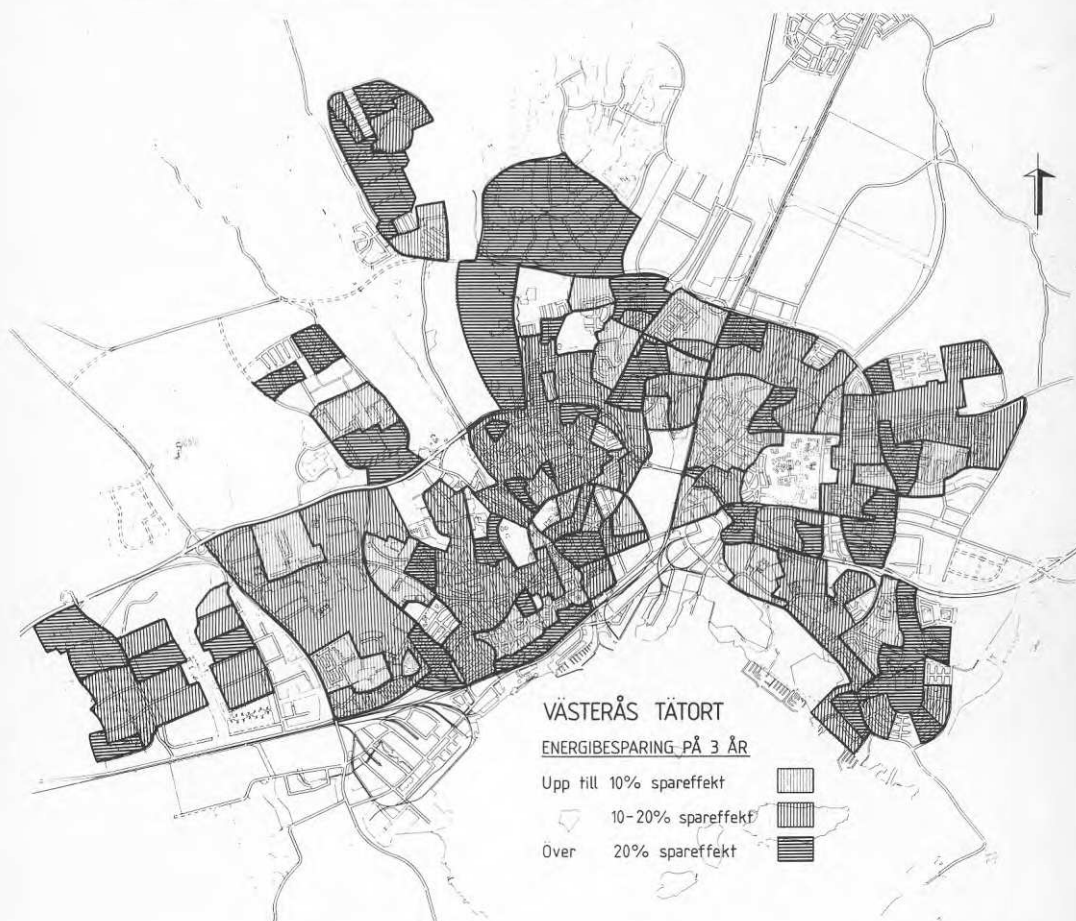
FIG. 14. Energistatus hos bostadsbeståndet 1981/82.



Vid jämförelse mellan energiförbrukningsfiguren 1981/82 och den för 1978/79 kan konstateras att områden av den sämsta klassen, med förbrukning mer än dubbelt så stor som nuvarande byggnormer föreskriver, helt har försvunnit från kartan. Mer än hälften av områdena har förbättrats en klass, i vissa fall två klasser vad gäller den specifika förbrukningen.

Vidare har jämförande databeräkningar gjorts mellan åren 1978/79 och 1981/82. Dessa visar uppnådd sparprocent för de 3 åren. I dessa ingår samtliga faktiskt utförda åtgärder i bostadsbeståndet, alltså både etapp 1 och 2. Figur 15 redovisar sparprocenten områdesvis i intervaller på samma sätt som tidigare i kapitel 5. Vi har alltså gränserna 0-10 %, 10-20 % och mer än 20 % sparande.

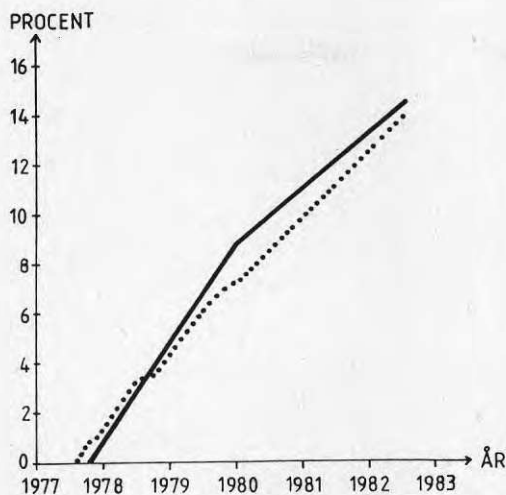
FIG. 15. Uppnått energisparande på 3 år.



I ett fåtal områden har energiförbrukningen ökat under de senaste tre åren, som regel med högst 5 %. Det kan bero på skilda orsaker, t ex byte av fastighetsskötare, ny ägare, högre inomhustemperatur och i vissa fall ändrad användning (bostäder till lokaler).

Om man jämför fig 8 o 15 som visar antagen respektive verklig energiförbrukning kan man konstatera att den sparmöjlighet som antogs rimlig på 10 år i steg 1 i många fall redan uppnåtts inom en treårsperiod. Som ovan nämnts är det då åtgärder både enligt steg 1 och 2. I vissa områden ligger man till och med högre efter tre år än som antogs inom tio år. Det gäller exempelvis ett flerbostadshusområde, där man förutom byggnadsåtgärder även bytt internkulvertar (servisledningar) mellan husen.

FIG. 16. Värmebesparing 1977-1982.



I fjärrvärmeproduktionen har under de tre aktuella åren totalt sparats ca 12%, se figur 16. Detta bör jämföras med databeräkningen över energisparande i bostadshusen på treårsperioden enligt ovanstående, där 17% sparats. Sparandet i bostadssektorn är alltså betydligt större än i bebyggelsen i sin helhet. Detta innebär att sparandet är betydligt sämre vad gäller industrier och övriga lokaler. Kulvertförlusterna ligger på i stort oförändrad nivå, vilket också bidrar till att försämra medelvärdet.

TAB. 26. Specifik energiförbrukning 1981/82 för bostadskollektivet.

	MWh/m ² år
Småhus	0,20
Flerbostadshus	0,23
Totalt	0,22

Tabell 26 visar att småhusen i sin helhet har lägre specifik energiförbrukning än flerbostadshusen trots att läget borde vara det omvända med hänsyn till att andelen omslutande kalla ytor är större på småhusen. Småhusägarna har emellertid, enligt vår uppfattning, kommit längre i energisparandet än vad gäller flerbostadshusen.

En felkälla i ovanstående tabell kan dock vara att ett antal äldre småhus fortfarande saknar mätning på fjärrvärmens (schablondebiteras) varför de nyare småhusen överväger i beräkningsunderlaget.

7.3 Teoretiska metodernas tillförlitlighet

Efter bränsleåret 78/79 antogs sparmöjligheter i etapp 1 i bostadsbeståndet enligt tabell 11. Utfallet på tre år som kommenterats ovan visar betydligt större sparmöjligheter i etapp 1. Man ser också att det är mycket svårt att förutsäga sparatet i enskilda objekt, då det till stor del beror på intresse för medverkan av fastighetsägare och hyresgäster till exempel beträffande temperatursänkning i bostäderna. Behovet av utbildning i samband med energisparåtgärder framstår klart. Annars kan exempelvis dyra isoleratgärder utan tillhörande inreglering av värme innebära att sparatet inte blir det förväntade. Förväntat sparande är alltså svårt att förutsäga men bör ändå ligga betydligt högre i steg 1 än vad som tidigare har antagits.

Två nya och i sig olika antaganden har därför gjorts vad gäller förväntat sparande i steg 1. Tabell 27 visar beräkning 4 med gruppindelningen 7 %, 18 % och 25 % möjligt sparande inom 10-årsperioden i stället för 5 %, 15 % och 25 % enligt kapitel 5. Denna nya beräkning ger totala sparpotentialen 19,8 % för steg 1 inom 10-årsperioden 1979-88.

TAB. 27. Beräkning 4. Antaget sparande för steg 1 1979-88. (Ansats 1).

BERÄKNING AV SPAREFFEKTER OMRADEN MED BOSTADSYTA MINST 50 PROCENT

OMRÅDE	NORMFÖR BR 8182	SPAR PRDC	BESPA RING	NETTO FÖRBR
0122	1660	.0	0	1660
0123	1979	18.0	356	1623
0131	7011	18.0	1262	5749
0132	4649	18.0	837	3812
0141	6103	18.0	1099	5004
0142	9689	18.0	1744	7945
0152	3064	18.0	552	2512
0212	530	18.0	95	435
0215	4271	18.0	769	3502
0221	7376	18.0	1328	6048
0223	705	18.0	127	578
0231	455	18.0	82	373
0232	100	18.0	18	82
0312	4878	25.0	1220	3658
0313	1525	18.0	275	1250
<hr/>				
3413	2479	18.0	446	2033
3414	3838	18.0	691	3147
3415	3542	25.0	886	2656
3416	1951	18.0	351	1600
3421	166	18.0	30	136
3422	289	18.0	52	237
3423	985	18.0	177	808
3533	2076	18.0	374	1702
3534	2557	7.0	175	2378
3535	137	7.0	10	127
3536	62	18.0	11	51
3537	1415	18.0	255	1160
3814	28281	18.0	5091	23190
3821	1700	25.0	425	1275
3825	2276	18.0	410	1866
SUMMA	675376	19.8	133562	541814

Tabell 28 visar beräkning 4 med bibehållen gruppindelning 5 %, 15 % och 25 %. Dock har i detta fall en ny klassning av områdena skett med ledning av de erfarenheter som vunnits av genomförda åtgärder under de tre gångna åren. Denna beräkning ger sparpotentialen 17, 7 % på 10-årsperioden vad gäller steg 1.

TAB. 28. Beräkning 4. Antaget sparande för steg 1 1979-88 (Ansats 2).

BERÄKNING AV SPAREFFEKTER
OMRÅDEN MED BOSTADSYTA MINST 50 PROCENT

OMRADE	NORMFÖR BR 8182	SPAR PROC	BESPA RING	NETTO FÖRBR
0122	1660	.0	0	1660
0123	1979	15.0	297	1682
0131	7011	15.0	1052	5959
0132	4649	15.0	697	3952
0141	6103	15.0	915	5188
0142	9689	15.0	1453	8236
0152	3064	15.0	460	2604
0212	530	15.0	80	450
0215	4271	15.0	641	3630
0221	7376	15.0	1106	6270
0223	705	15.0	106	599
0231	455	15.0	68	387
0232	100	15.0	15	85
0312	4878	25.0	1220	3658
0313	1525	15.0	229	1296



3413	2479	15.0	372	2107
3414	3838	15.0	576	3262
3415	3542	25.0	886	2656
3416	1951	15.0	293	1658
3421	166	15.0	25	141
3422	289	15.0	43	246
3423	985	15.0	148	837
3533	2076	15.0	311	1765
3534	2557	5.0	128	2429
3535	137	5.0	7	130
3536	62	15.0	9	53
3537	1415	15.0	212	1203
3814	28281	15.0	4242	24039
3821	1700	25.0	425	1275
3825	2276	15.0	341	1935
SUMMA	675376	17.7	119709	555667

Nedanstående tabell 29 visar ett i förhållande till kapitel 5 korrigerat antagande vad gäller praktiskt genomförbart sparande inom 11-årsperioden 1978-88.

TAB. 29. Praktiska sparmöjligheter 1978-1988.
Prognos 1982

Sparande	Sparprocent
Genomfört 1978-79	7
Steg 1, 1979-88, 90 % genomförande (räknat på 17,7 %)	16
Steg 2, 1979-88, 50 % genomförande	5
Summa	28 %

Vi har alltså korrigerat sparmöjligheterna för steg 1 från 11 % till 16 % och bibehållit steg 2 oförändrat på 5 %.

Nu antaget totalresultat, innebärande en ökning med 5 procentenheter, gäller för bostadssektorn. Som ovan nämnts har sparat hittills gått sämre vad gäller övriga lokaler, industrier m m. Om hänsyn tas till denna inverkan bör ett slutresultat på 25 % inom 10-årsperioden anses rimligt. Dessa frågor bör dock studeras närmare.

7.4 Korrelationskörningar

I en första beräkningsomgång har energiförbrukningarna områdesvis ställts i relation till medianåldern hos de boende enligt nedanstående tabell 30.

TAB. 30. Energiförbrukningens beroende av de boendes ålder.

Medianålder	1978/79		1981/82	
	Specifik förbrukn MWh/m ² år	Index	Specifik förbrukn MWh/m ² år	Index
0 - 24	-		0,180	91
25 - 30	0,233	100	0,197	100
30 - 45	0,248	106	0,203	103
45 - 60	0,263	113	0,230	117
60 - w	0,306	131	0,255	129

I ovanstående material finns ett befolkningsunderlag på ca 80.000 personer. Tendensen är entydig att specifik energiförbrukning ökar med tilltagande ålder. Detta kan bero på några olika orsaker. Äldre människors mindre rörlighet framkallar ett behov av högre inomhustemperatur. Men skillnaden i energiförbrukning mellan de äldsta och yngsta grupperna är hela 30 %. Motiverad temperaturskillnad 2 å 3 grader bör inte ge mer än ca 15 % skillnad i energiförbrukningen.

Andra tänkbara orsaker kan vara att de äldre grupperna bor i det sämre husbeståndet, vissa också i relativt stora lägenheter. Hur pass stor andel av skillnaden mellan de äldre och yngre gruppernas förbrukning som är byggnadsberoende har vi inte närmare studerat. Kan det också vara så att de yngre åldersgrupperna är mera motiverade för ett energisnålt beteende än de äldre?

En andra korrelationskörning har gjorts för att studera specifika energiförbrukningens beroende av lägenhetsstorlekarna. Här har småhusområden och flerbostadshusområden behandlats var för sig eftersom lägenhetsytorna är ganska olika för de båda grupperna.

TAB. 31. Energiförbrukningens beroende av lägenhetsstorlekar.

Lägenhets- storlek m ² ly	Flerbostadshus				Småhus	
	1978/79		1981/82		1981/82	
	Specifik förbrukn MWh/m ² år	Index	Specifik förbrukn MWh/m ² år	Index	Specifik förbrukn MWh/m ² år	Index
36 - 50	0,300	104	0,248	98		
51 - 70	0,288	100	0,254	100	0,187	100
71 - 100	0,256	89	0,224	88	0,233	125
100 - w	0,269	93	0,209	82		
100 - 125					0,196	105
126 - 175					0,178	95
176 - w					0,173	93

För småhusen har vi ej sett en jämförelse för året 1978/79 som meningsfull eftersom en stor del av husen då ej hade värmemängds-
mätning utan enbart schablondebitering. Även 1981/82 saknades mät-
ning i ca 3000 småhus varför småhusuppgifterna i tabellen är del-
vis osäkra. För den minsta småhusgruppen 61-70 m² är urvalet tämligen litet varför denna siffra är speciellt osäker.

Tabellen visar en sjunkande specifik energiförbrukning med allt större lägenhetsstorlekar. Detta är naturligt då de energikrävande andelarna kök, bad- och tvättrum ej upptar lika stor andel av ytan i de stora lägenheterna.

Småhusgruppen med yta över 175 m² har studerats speciellt eftersom dessa hus byggts utan statliga lån. Den tämligen snabba minskning av specifika förbrukningen som kan märkas högre upp i kolumnen vid övergång från mindre till större ytor har över 175 m² nästan helt stannat av. Kan det bero på att då statliga lån saknas har ingen speciell premiering av energisparåtgärder funnits och i vissa avseenden en något lägre kontrollnivå varit aktuell?

Dessa två korrelationshöjningar visar att det i första hand vore intressant att fördjupa analysen av hur de sociologiska faktorerna inverkar på energisparandet. Här borde inte bara ålder utan boendetäthet, familjesituation m m tas upp. Vårt projekt rymmer f n inte en sådan fördjupning.

8 . FJÄRRVÄRMESYSTEMET

8.1 Övergång till koleldning

I Västerås är värmebehovet över 1900 GWh/år och elbehovet 600 GWh/år. Eftersom praktiskt taget alla fastigheter inom centralorten är anslutna till fjärrvärmen måste värmeförsörjningen under alla förhållanden säkerställas. Den har tidigare varit helt oljebaserad.

När effekterna av oljekriserna analyserats beslöt kraftvärmeverkets styrelse 1979 om projektering av en ny koleldad pann-enhet. Förstudien inriktades till en början på en stor anläggning som skulle ersätta det 4:e blockets panna med en effekt på ca 700 MW. Den skulle kunna svara för ca 75 % av fjärrvärme- och elbehovet. Anläggningens storlek krävde lokaliseringstillstånd av regeringen enligt 136 a § byggnadslagen. Myndighetsbehandlingen drog ut på tiden.

Eftersom det i första hand var försörjningstryggheten för byggnadsuppvärmningen som motiverade ombyggnaden krävdes snara åtgärder. Därför valde kraftvärmeverket att komplettera de två första blocken för kolpulverteknik, eftersom de ursprungligen var tänkta för kombinerad olje/kol-drift. Myndighetsprövningen gynnade de mindre anläggningarna. Ansökan behandlades på sex veckor och resulterade i ganska hårda men rimliga miljökrav.

Kompletteringen innebar följande utrustning:

- . kolkaj med kranar och kollager
- . grovkrossverk och siktstation
- . kolmatare och kolfickor
- . 2 st kolkvarnar per panna
- . fläktar, luftkanaler och brännare
- . elfilter för rökgasrening och ekonomiser
- . slaggutrustning och sotapparater.

Hösten 1981 togs de båda blocken i drift. Efter en eldnings-säsong kan man konstatera att pannorna visat sig väl lämpade för koleldning. Tillgängligheten var redan det första året 97 %, vilket till stor del beror på att personalen snabbt lärde sig koltekniken och att viss känslig utrustning dubblerades (t ex kolkvarnar). Några relationstal vid övergången från olja till kol framgår av tabell 32.

TAB. 32. Tekniska data för en panna vid övergång från olja till kol.

jämförd enhet	sort	olja	kol
netto eleffekt	MWe	40	30
värmeeffekt	MWv	100	95
ångmängd	t/h	220	190
bränslemängd	t/h	16	21

Miljöfrågorna ägnas regelmässigt en stor uppmärksamhet vid övergång till koleldning. Den tillåtna stoftmängden i rökgasutsläppet är vid oljeeldning 70 mg/m^3 rökgas. Som villkor sattes vid tillståndsprovningen 35 mg/m^3 (senare höjt till 50 mg/m^3). Vid driften har värden under 5 mg/m^3 uppmätts periodvis. Medelvärdet under 155 dygn var 11 mg/m^3 .

Stoftavskiljningen betyder också mycket för reduktion av tungmetallutsläppen. Av tabell 33 framgår hur mycket av tungmetallen som avskiljs i bottenaska och stofffilter vid förbränning av 10 kg kol.

TAB. 33. Tungmetaller i rökgasutsläpp.

oeldat kol 10 kg		aska 1,2 kg		rökgasutsläpp
bly	g	0,08	0,07999	0,00001
kvicksilver	g	0,0007	0,00036	0,00034
kadmium	g	0,003	0,00299	0,00001

Totalt innebär detta att utsläppet av tungmetaller på ett år uppgår till 10-15 kg. Som jämförelse kan nämnas att det totala blyutsläppet från alla motorfordon i Västerås är ca 12.500 kg/år. Det är rökgasreningen som är den springande punkten vid myndighetsprovningen och vanligen leder till krav på reningsanläggning, framförallt för att reducera svavelutsläppet.

Ombyggnaden kostade 120 milj kr, varav 20 milj hänför sig till hamnanläggningen. Åtgärderna har medfört en årlig reduktion i oljeberoende om för närvarande ca 1600 GWh/år, vilket motsvarar ca 50 % av kommunens oljeanvändning. I absoluta tal innebär det en besparing på 120 000 m^3 /olja per år som ersatts med 185 000 tonkol. Bränslekostnaden minskade då med 77 milj kronor med de priser som gällt 1981/82. Driftskostnaderna ökar en del till följd av ökat personalbehov, tätare översyn och byte av mekaniska komponenter, transporter och askhantering m m.

Det är svårt att ange återbetalningstiden på gjorda investeringar. Bland annat beror den på hur internräntan sätts och vilken avskrivningstid man skall sätta på anläggningens olika delar. Trots alla dessa osäkerheter kan man anta att den ligger i intervall 5-10 år. Lönsamheten skulle därmed vara jämförbar med de enklare åtgärderna (steg 1) som vidtas i bebyggelsen. I ett kortare perspektiv förefaller därför åtgärder i produktionsledet att vara klart mer lönsamma än de mer kostsamma åtgärderna i bebyggelsen (steg 2). I ett längre perspektiv ser det sannolikt annorlunda ut. Energisparstödet har som mål att minska energiåtgången för byggnadsuppvärmning totalt sett, förbättra handelsbalansen etc. En företagsekonomisk jämförelse kan därför inte göras.

8.2 Värmepump vid avloppsreningsverket

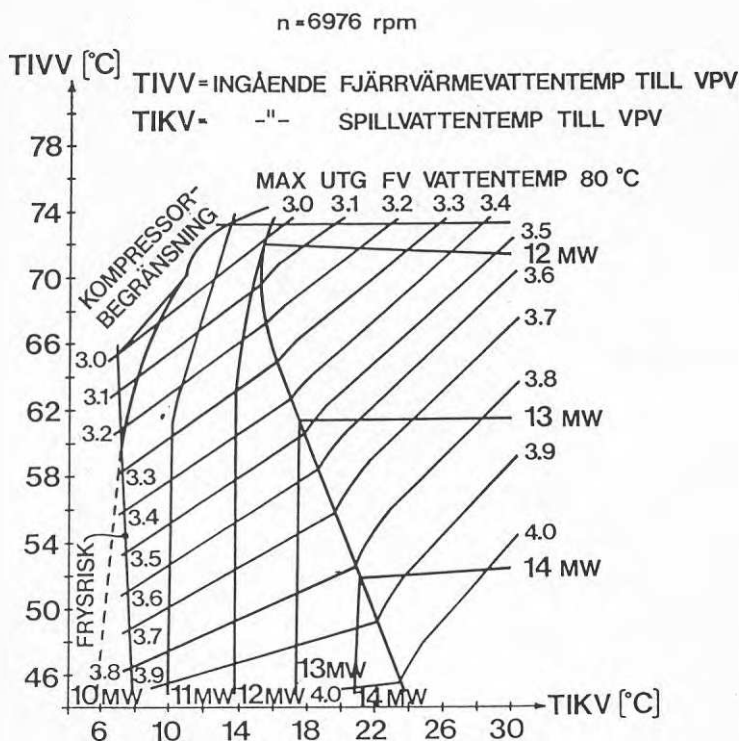
Efter provdrift togs en värmepump i bruk i juni 1982. Pumpen är projekterad för 12 MW effekt och utnyttjar det renade avloppsvattnet som värmekälla. Producerad värme tillförs fjärrvärmensätets returledning. Motor och kompressor förbrukar drygt 3,5 MW. Prestandaprov utföll enligt tabell 34.

TAB. 34. Prestandaprov av Västerås värmepump.

värmebärrarflöde	411 kg/s
värmebärrartemperatur	53,7 °C
köldbärrartemperatur	14,7 °C
temperaturhöjning	7,52 °C
värmeeffekt	12,9 MW
motoreffekt	3,52 MW
värmefaktor	3,7

Leverantören av anläggningen, STAL LAVAL Turbin AB, har i ett prestandadiagram, figur 17, redovisat kalkylerat driftsresultat vid olika temperaturförhållanden i fjärrvärmensät- respektive avloppsvattnet.

FIG. 17. Prestandadiagram från leverantören.



Erfarenheterna från driften grundar sig hittills på en mycket kort period. För tiden 1 juli - 19 augusti kan följande noteras. Det ovanligt höga elpriset medförde att ett av kraftvärmeverkets koleldade block togs i drift för att producera el till riksnätet. All värmelast behövdes då för en rationell drift av kraftvärmeblocket. Marginalprisvillkoret för drift av värmepumpen är ca 145 kr/MWh el och priset på tillfällig elkraft var under en stor del av augusti 180 - 220 kr/MWh. Av ekonomiska skäl kunde värmepumpen inte köras i kombination med det koleldade kraftvärmeblocket. Under augusti var därför värmepumpen i drift endast 150 h. Driftstörningarna var få under perioden då övervakningen ännu skedde manuellt i avvaktan på installation av fjärrautomatik till kraftvärmeverkets kontrollrum. Driftresultatet under perioden framgår av tabell 35.

TAB. 35. Värmepumpens driftresultat 1 juli - 19 augusti 1982.

värmeproduktion	16.373 MWh
elförbrukning	5.021 MWh
drifttid	1307 h
värmeeffekt	12,5 MW
värmeffaktor	3,3

Driftsperioden är för kort för att kunna dra några slutsatser om hur installation av värmepumpen ställer sig ekonomiskt och tekniskt i förhållande till ordinarie värmeproduktion och energisparande i bebyggelsen. Värmepumpen beräknas medföra en besparing om ca 40 GWh/år. Under sommarperioden när värmelasten är låg och temperaturen hög på avloppsvattnet bör värmepumpen normalt vara ett gott tillskott. Under perioder med elleverans till priser över 145 kr/MWh är den dock oekonomisk såvida den inte kan täcka marginellt värmebehov från bebyggelsen vid givna optimala driftsförhållanden i kraftvärmeverket. Försöket visar klart svårigheterna att kalkylera driftsekonomi när så många faktorer spelar in på resultatet.

8.3 Närmast planerade förändringar

Erfarenheterna av övergång till fastbränsle i kraftvärmeverket (se avsnitt 8.1) innebär att en ombyggnad påbörjats även av den fjärde pannan - ett av de två större blocken. Det gäller kompletterande utrustning och ombyggnader av samma slag som för block 1 och 2 men anpassat till en större panna.

Konverteringen avser produktion av 115 MW el och 215 MW värme. Kostnaden beräknas till 190 milj kronor. Därtill kommer kostnader 1985 för en sannolik avsvavlingsanläggning. Oljeförbrukningen för värmeproduktion skulle därmed minska till ca 10.000 m³/år och kolförbrukningen öka till 290.000 ton/år. Under en treårsperiod skulle därmed oljeberoendet till 75 % ha ersatts med kolbehov till total investeringskostnad på ca 290 milj kronor (exkl avsvavlingsanläggning) och med en årlig besparing i bränslekostnader på 100 - 120 milj kronor med nuvarande prisrelation. Omvandlingen framgår av figur 36.

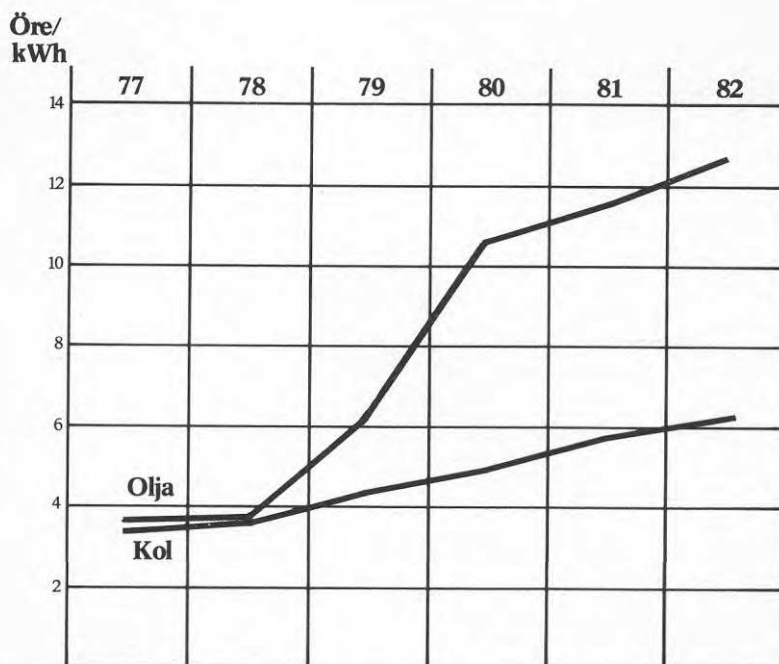
FIG. 36. Övergång från olja till kol.

	80/81	81/82	83/84	
olja m ³	200 000	80 000	10 000	35 % elkraft
kol ton	-	185 000	290 000	55 % fjärrvärme
kostnad mkr ¹⁾	262	185	?	10 % förluster

1) avser total bränslekostnad inklusive skatt i 81/82 års priser.

De ekonomiska konsekvenserna av övergången till koleldning beror i hög grad på utvecklingen av bränslepriserna, skatter, driftskostnader m m. Priset på fjärrvärmerna har stigit från 5,5 öre/kWh år 1977 till 16,5 öre/kWh år 1982. Jämfört med oljebaserad värme kan man dock räkna med att priserna efter konverteringen bör kunna hållas 10-20 % lägre. Med ett företagsekonomiskt beräkningssätt sänker detta lönsamheten av energibesparande åtgärder i bebyggelsen i motsvarande grad. Återbetalningstiden på insatt kapital förlängs. Detta innebär inte att de skulle vara olönsamma, vilket hänger samman med att bränslekostnaden är en så stor andel av den totala värmekostnaden. Prisskillnaden mellan olja och kol framgår av figur 18.

FIG. 18. Olje- och kolpris inklusive skatt uttryckta i öre/kWh.



I jämförelse med effekterna av övergången till kol och sparåtgärder i bebyggelsen är andra åtgärder av marginell betydelse för systemet. Några sådana som diskuteras kan dock kort anges.

Regional sophantering med förbränning i Västerås skulle kunna ge ett tillskott om ca 200 GWh eller 6 % av kommunens energibalans. En sopförbränningsstation kan aktualiseras 1984/85.

I centralorten finns två stycken elpannor om totalt 60 MW som vid tider med låga elpriser kan ersätta kraftvärmeverket. Detta kan framförallt bli aktuellt sommartid när värmebehovet är lågt och elpriset kan vara gynnsamt.

Utmönstring av oljebaserade panncentraler i närbelägna satellit-system och anslutning av dem till det centrala fjärrvärmesystemet. För närvarande ansluts Barkarö by och norra industriområdet som haft provisoriska panncentraler. Ytterligare någon bebyggelsegrupp kan bli aktuell under de närmaste åren. Det är närmast ett resultat av oljereduktionsplanen.

Vid förtätning av centralortens bebyggelse har försök gjorts med lågtemperatursystem. Dessa byggnader projekterades för att kunna utnyttja returvattnet (ca 60°C) som värmekälla. Därmed kunde anslutning till fjärrvärmen ske trots att det ordinarie distributionsnätet var utnyttjat fullt ut i det berörda avsnittet.

Fjärrvärmeanslutna småhus har tidigare saknat individuell värmemätning. En successiv ombyggnad sker nu så att ca 3 000 småhus får obligatorisk värmemängdsmätning till 1985. Detta är en förutsättning för att dels få ekonomiska incitament för åtgärder och dels för att kunna bedöma individuella behov av energisparstöd.

Under senare år har uppvärmning av gångcity och gator reducerats till sådana delar som är socialt motiverade i anslutning till dagcentraler och äldreomsorgsenheter. Åtgärderna har viss betydelse för energisparandet och högt pedagogiskt värde.

8.4 Energihushållningens inverkan på fjärrvärmesystemet.

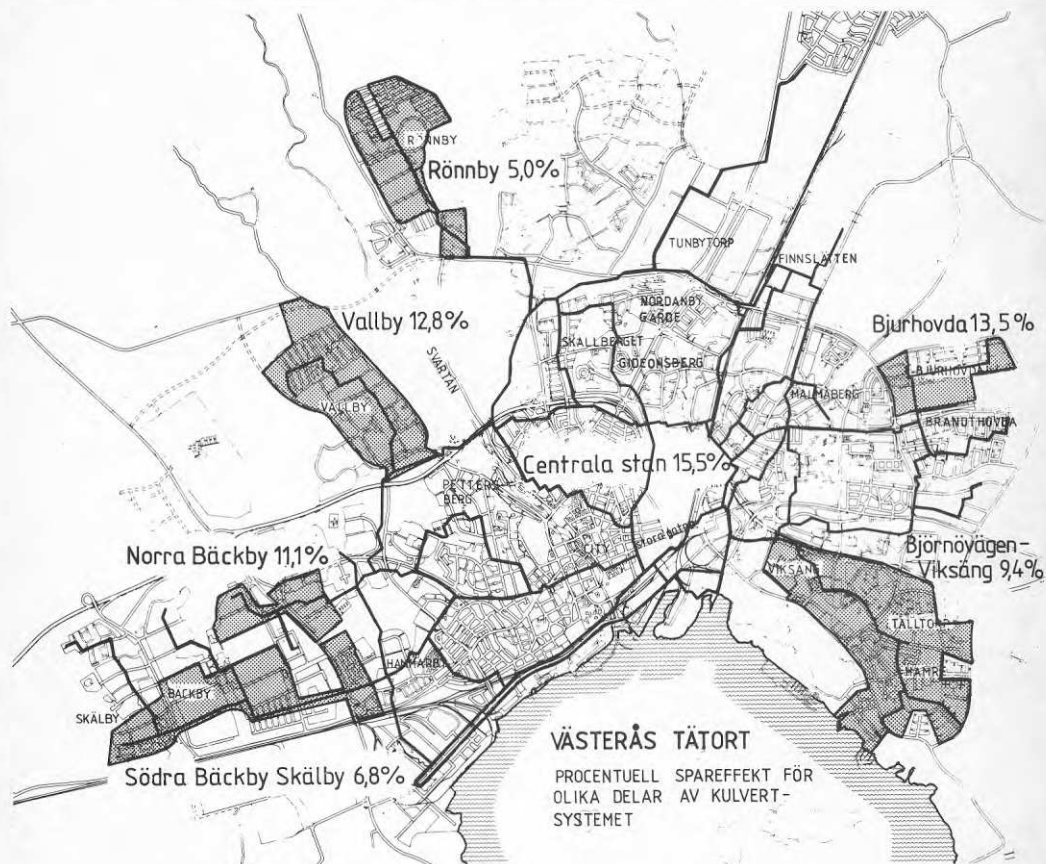
Energibesparande insatser i befintlig bebyggelse leder till ett successivt produktionsbortfall. Storleken kan inom energisparplanens 10-årsperiod bedömas till mellan 25 och 30 %. Denna effekt kompenseras till viss del av anslutning av nya abonnenter och avveckling av provisoriska panncentraler i kransorterna då distributionsområdet samtidigt ökas så att de ansluts. Nettoeffekten blir kalkylmässigt en viss minskning på ca 20%. Med de avskrivningstider som gäller kommer detta att ha endast marginell betydelse efter 1990 för relationen mellan fast och rörlig del i taxan.

Fjärrvärmesystemet är uppbyggt huvudsakligen genom kulvertar i slutna cirkulations slingor som ger stor flexibilitet. Det finns emellertid sex stycken ändringar som ger hårdare utnyttjade och saknar denna variationsmöjlighet i kapacitet. Energisparplanens teoretiskt beräknade sparpotential i etapp 1 fördelar sig på dessa ändringar enligt tabell 37, geografiskt illustrerad i figur 19.

TAB. 37. Besparingsmöjligheter enligt etapp 1 fördelade på olika kulvertslingor samt sparprocent.

Kulvert (ändslinga)	Uppvärm- boyta m ²	Norm.års förbrukn	Besparingar i MWh/år	Sparprocent i M-värde
Björnövägen-Viksäng	243001	53700	5063	9,4 %
Södra Bäckby-Skälby	253035	58697	4004	6,8 %
Norra Bäckby	149255	38597	4293	11,1 %
Vallby	142473	46586	5966	12,8 %
Rönaby	99389	25794	1289	5,0 %
Bjurhovda	167977	37370	5062	13,5 %
Övriga kulvertar, sluten slinga	1855979	539046	83398	15,5 %
Summa	2911109 m ²	799790 MWh	109075 MWh	

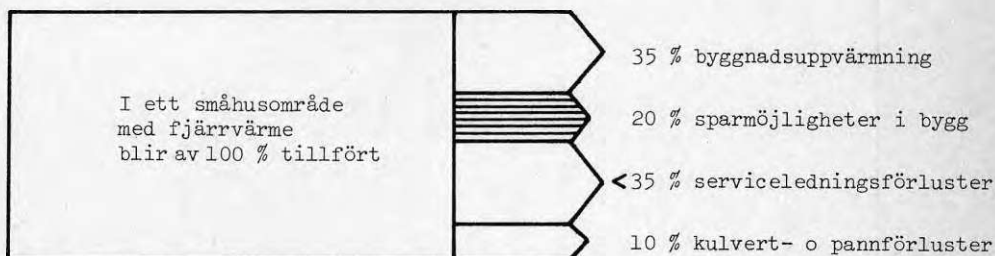
FIG. 19. Sparprocent av etapp 1 för fjärrvärmens ändringar.



För att kunna belasta dessa kulvertar med eventuell ny anslutning vid förtätning av bebyggelsen eller kompletterande bebyggelse i periferin är det angeläget att kapacitet friställs genom sparåtgärder. Från dessa utgångspunkter bör de östra och västra stadsområdena prioriteras av systemtekniska skäl.

För anslutning av nyexploateringar har situationen förändrats på senare år. Till ledning för val av uppvärmningsform, framförallt i småhus, utarbetade Svenska Värmeverksföreningen en rapport 1980 1) som rekommenderade vissa gränsvärden för val av fjärrvärme contra elvärme eller individuell uppvärmning. Vid småhusbebyggelse är det främst två faktorer som avgör förutsättningarna. Den ena är generell och gäller minskat energibehov till följd av SBN, vilket lett till att nya småhus endast kräver 60 % (ibland ner till 40 %) av den energi som behövdes bara för 10 år sedan. Värmeunderlaget minskar därmed drastiskt. Den andra faktorn är bebyggelsens täthet och grupperingsprinciper. Detta har avgörande betydelse för distributionsekonomin. De interna ledningsnäten svarar normalt för 80-90 % av den totala distributionskostnaden. Därtill kommer som en tredje faktor att bränslekostnadernas relativa andel ökat.

FIG. 20. Energianvändningen vid fjärrvärme i ett småhusområde.



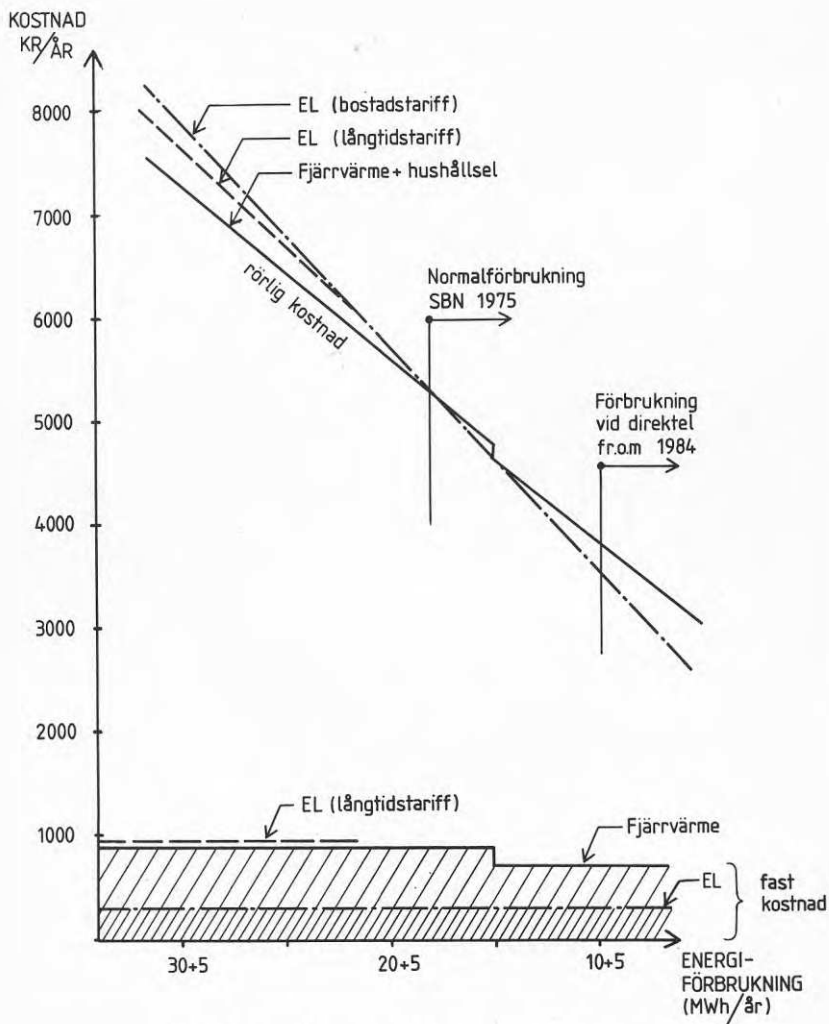
I ett småhusområde fördelar sig energianvändningen i grova drag enligt figur 20. Lokala variationer förekommer naturligtvis. Av de 55 % av energin som används i byggnader inriktar sig sparplanen på att genom åtgärder i byggnaden uppnå sparmålen. Av figuren framgår att en förhållandevis stor del av användningen utgörs av förluster i servisledningarna på tomtmark. De uppgår normalt till ca 25 % men i ogynnsamma fall kan den utgöra 35 %. Lånereglerna är inte utformade så att förbättringar i ledningssystemen stimuleras. Enligt vår uppfattning borde man förutsättningslöst i energisparplanen angripa hela de 90 % som är påverkbara på fastighetsnivå.

För nya småhusområden har dessa faktorer minskat fjärrvärmens förutsättningar vid jämförelse med t ex elvärme. En noggrann kalkyl måste nu göras för varje aktuellt område med beaktande av de lokala förutsättningarna.

1) Kalkylunderlag för kommunal energiplanering, rapport från Svenska Värmeverksföreningen.

En viktig faktor vid kalkylerna är om fjärrvärmen redan är utbyggd i området eller om nyanläggning krävs. Från strikt ekonomisk utgångspunkt torde i båda fallen elvärme vara billigare i anslutning. I redan utbyggda områden kan dock fjärrvärme ändå bli aktuell. I nyexploateringsområden torde fjärrvärmekostnaden ofta ligga 20-40 % högre än elvärmekostnaden.

FIG. 21. Kostnadsjämförelse 1982 mellan småhus med elvärme respektive fjärrvärme.



30+5 anger: 30 MWh för värme + varmvatten
5 MWh för hushållsel

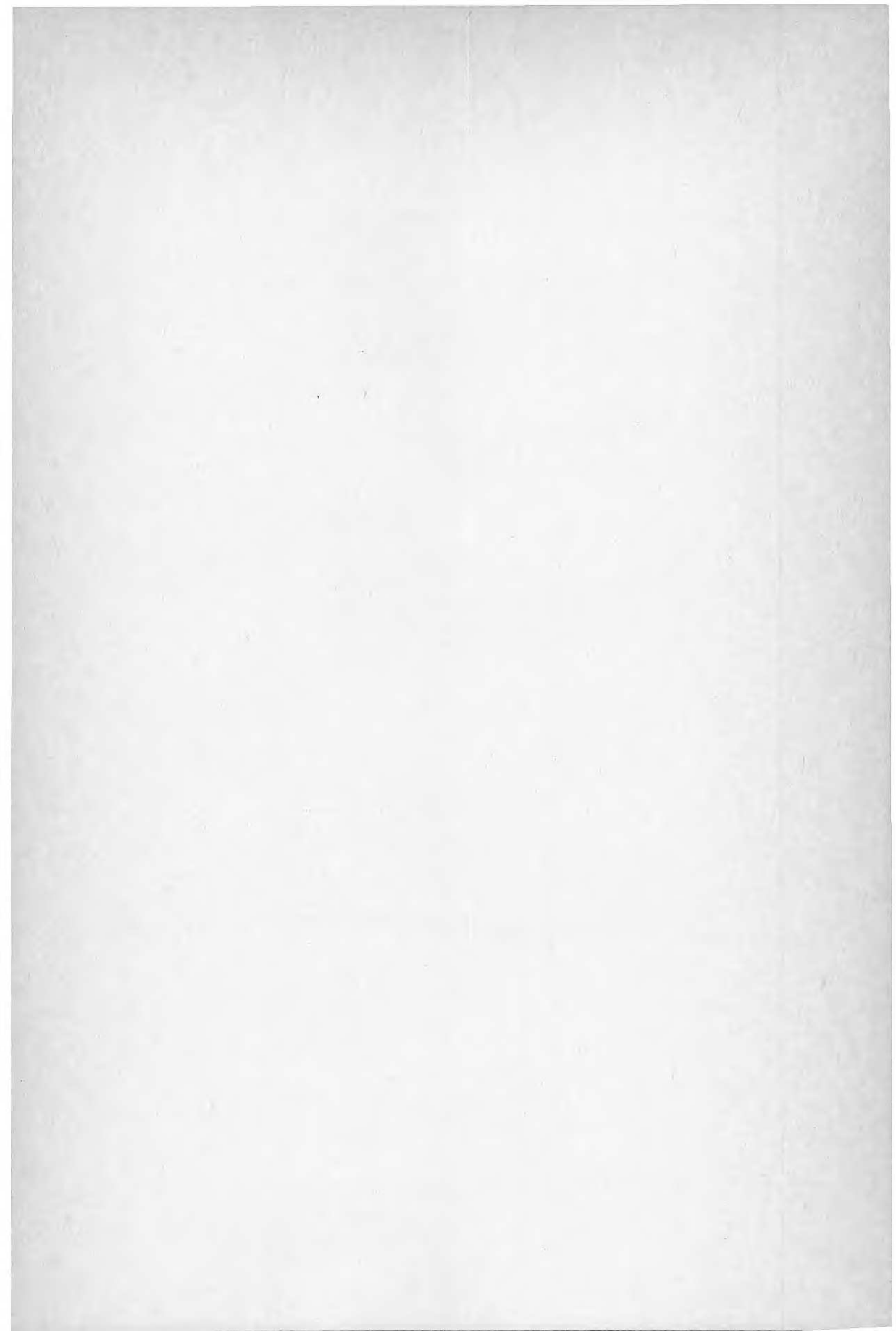
Om kostnadsjämförelsen görs på grundval av nu tillämpade taxor framgår av figur 21 att elvärme och fjärrvärme är ungefär likvärdigt för småhus som förbrukar ca 22.000 kWh/år. Det innebär att elvärmens är överlägsen för småhus byggda efter SBN 1975. Därtill gynnar elvärmetariffen energisparande eftersom taxan har en större andel rörlig avgift som beror på konsumtionen. Anslutningsavgiften skiljer också på ca 22.000 kronor till elvärmens fördel.

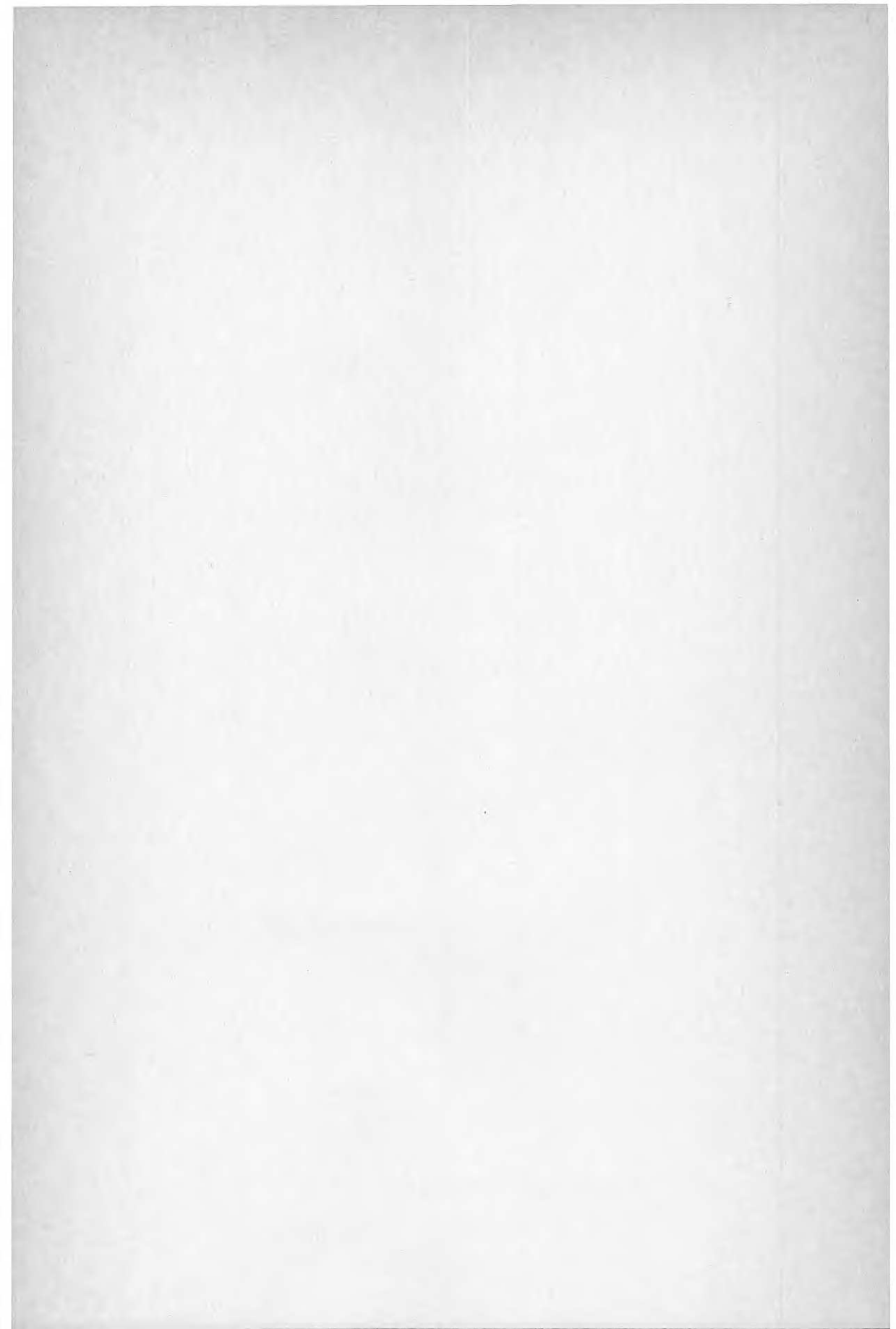
Slutsatsen av denna utveckling är att fjärrvärmealternativet i princip är utslaget. Elvärmens kan utformas med vattenburet system eller under vissa förutsättningar direktverkande. Det senare kan vara en möjlighet som tillsatsvärme till värmepump eller solbaserade system.

En komplicerad fråga är hur värmestaxan påverkas av energisparandet. I mycket grova drag representerar värmeproduktionen 80 % och distributionen 20 % av den totala taxan. I produktionen ingår då bränsle och anläggningens kapitalkostnader. I distributionen ingår förutom kulvertsystem, värmeförluster, administration m m. Som tidigare nämnts friställer sparandet viss kapacitet i fördelningsledningarna som ger möjlighet att ansluta nya objekt utan kostnader för förstärkningar.

Den största effekten av sparandet blir minskad bränsleförbrukning. Om nettospareffekten 1990 blir 30 % sjunker produktionskostnaden med ca 25 %, medan distributionskostnaden inte förändras eftersom det huvudsakligen är kapitalkostnader. Räknet som kostnad per såld energienhet ger detta en liten ökning av distributionskostnaden, + 5 %, medan den lägre produktionskostnaden slår igenom till 80 % i taxans rörliga del.

Eftersom taxan täcker genererade kostnader men inte avsätter någon vinst får sparandet ett högst påtagligt genomslag för abonnenterna. Det är en vanlig missuppfattning att energisparande intelönar sig i fjärrvärmesystem. Våra slutsatser är att sparandet lönar sig till 80 % av den sparade energikostnaden.





**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag
781076-2 från Statens råd för byggnadsforskning
till Byggnadsnämnden i Västerås kommun.**

R75: 1983

ISBN 91-540-3962-2

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6700775

**Abonnemangsgrupp:
X. Samhällsplanering**

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

Cirkapris: 30 kr exkl moms