

DEPARTMENT OF MECHANICAL ENGINEERING

DIFFERENTIERADE FJÄRRVÄRMETAXOR - EN ANALYS AV
KONSEKVENSER FÖR ROT-ÅTGÄRDER I FLERBOSTADSHUS

Stig-Inge Gustafsson
Bertil H Sjöholm
Björn G Karlsson

1985-11-04
ED

LiTH-IKP-R-412
ISSN 0281-5001



Stig-Inge Gustafsson
Bertil H Sjöholm
Björn G Karlsson

DIFFERENTIERADE FJÄRRVÄRMETAXOR - EN ANALYS AV KONSEKVENSER FÖR ROT-ÅTGÄRDER I FLERBOSTADSHUS

Vid Tekniska Högskolan i Linköping pågår ett forskningsprojekt rörande livstidsoptimering av ROT-åtgärder (Reparation, Ombyggnad och Tillbyggnad) i flerbostadshus. Projektet finansieras av Statens Råd för Byggnadsforskning och Malmö Kommun.

Denna rapport är en delredovisning inom projektet.

Hypotes

Vår hypotes är att ROT-åtgärder i flerbostadshus skulle utföras väsentligt annorlunda om differentierade fjärrvärmetakor införs. Nedan vill vi försöka visa detta.

Bakgrund

Under de senaste 30 åren har många kommuner byggt fjärrvärmeanläggningar som förser delar av kommunen, främst stadskärnorna, med energi i form av hetvatten. Anledningen härtill var främst att man i fjärrvärmeverket kan elda med tjockolja (eldningsolja 5), medan man i mindre värmeanläggningar nödgas använda en lättare olja (eldningsolja 1). Kostnaderna för den mer komplicerade apparaturen täcktes genom att tjockoljan var betydligt billigare än lättoljan.

Kunderna debiteras för leveranserna i enlighet med en speciellt framtagna taxa [1] eller [13] sid 140. Denna består traditionellt av

- anslutningsavgift
- fast avgift
- effektagift
- energiavgift

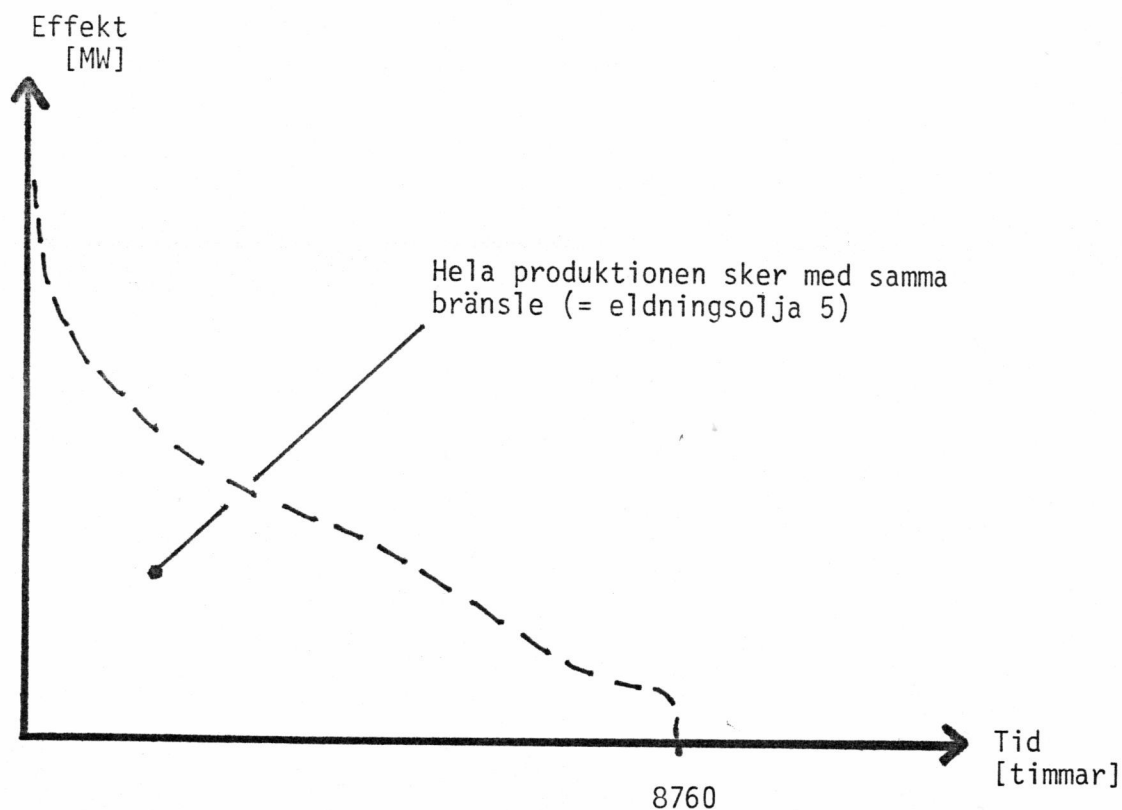
Energiavgiften skall därvid svara mot verkets rörliga kostnader, medan de andra avgifterna skall täcka anläggningens fasta kostnader. (Avgiften för den abonnerade effekten har traditionellt varit fast. Nya taxekonstruktioner har dock gett konsumenten möjlighet att även sänka denna genom energisparande åtgärder, [11], [12] och [15].)

Då verket eldas uteslutande med tjockolja innebär detta att energipriset är i det närmaste konstant och samma taxa tillämpas vanligen under hela året.

I och med oljekriserna under 1970-talet har andra energikällor börjat användas. Bl a tillämpas sopförbränning eller spillvärmeutnyttjande i stor skala, kol eller träbränsle användes mer och mer osv. I verken används således numera flera olika energikällor samtidigt. Sopförbränning, vilken har den lägsta kostnaden per kWh, (ofta ett kvittblivningsproblem), pågår året runt, medan oljeeldning endast sker vid maximalt effektbehov under vintern. Den ovan redovisade taxekonstruktionen svarar därför inte längre mot anläggningens rörliga självkostnader. Kostnaden för verket att producera en ytterligare kWh, överstiger under vinterhalvåret betydligt den rörliga "posten" i taxan. Under sommaren behöver verket endast en bråkdel av sin maximala effekt, varför exempelvis sopförbränningen svarar för så gott som hela behovet. Det skulle därför ge stora kostnadsfördelar för verket om maxeffekten kunde begränsas och den dyrare topplasten undvikas eller åtminstone bli lägre. (Se även [13] kap 3).

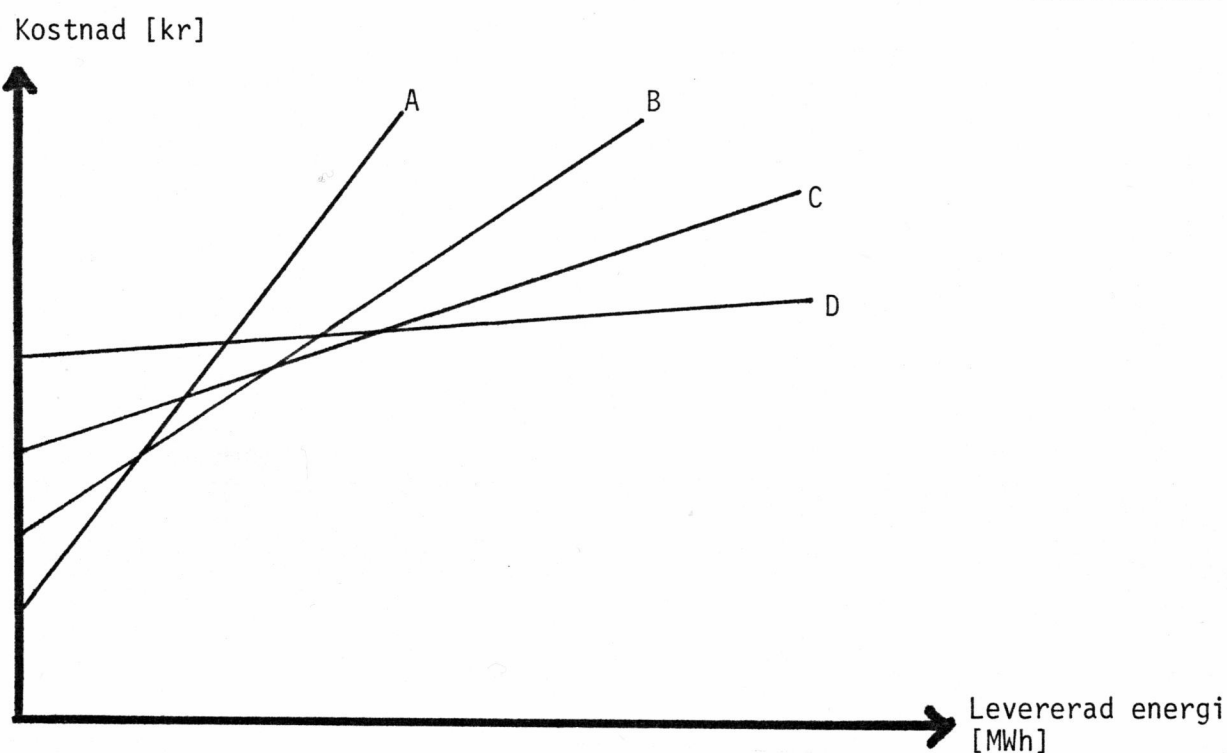
En traditionell taxekonstruktion uppmuntrar dock inte konsumenten att spara energi på ett sådant sätt. Denne sparar ju lika mycket pengar på att minska sin energiförbrukning under sommaren som under vintern. Ute-luftvärmepumpar, solfångare mm, sänker energiförbrukningen mest under det varma halvåret, dvs då värmen för fjärrvärmeverket nästan fås gratis. (Soporna skall helst eldas upp omgående och någon lagringsmöjlighet för spillvärmen finns ej). En annan typ av taxa, som speglar verkets produktionskostnader, skulle därför troligen ändra på konsumentens sparbeteende.

Vi vill ytterligare belysa problematiken med några exempel. Nedan visas ett sk varaktighetsdiagram för ett tidigare vanligt fjärrvärmeverk ([2] sid 41 eller [3] sid 49).



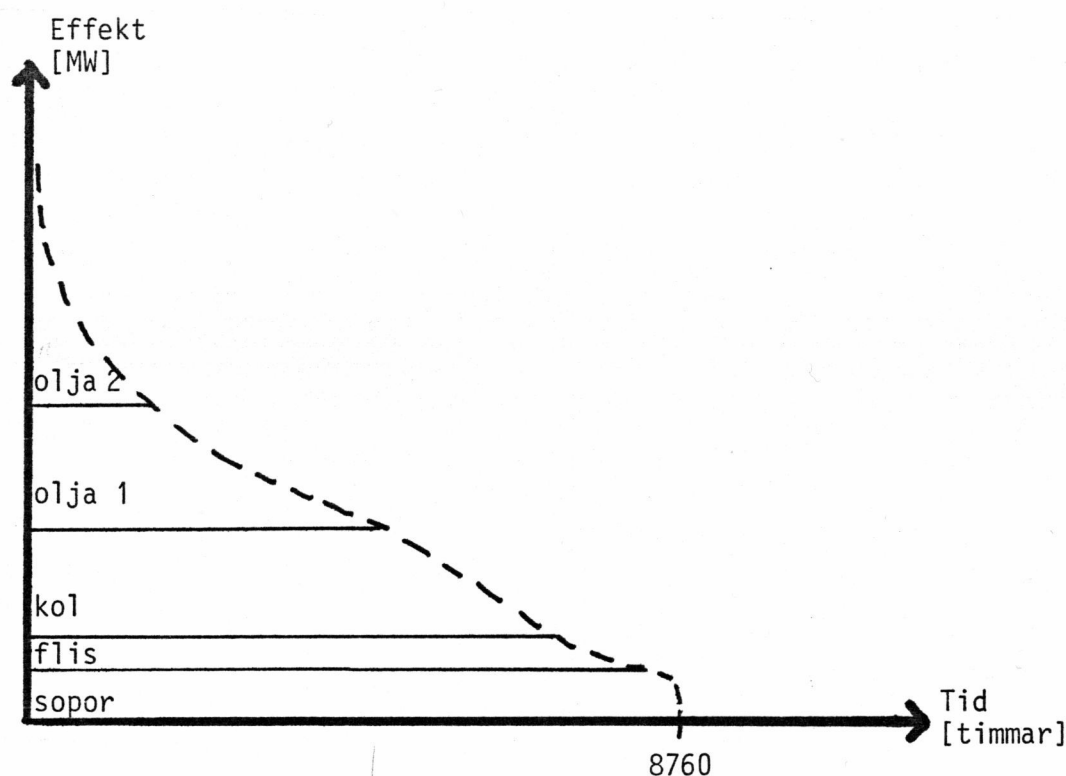
Figur 1

Under årets samtliga 8760 timmar drevs verket med tjockolja oavsett hur stor effekt som skulle levereras. (Ytan under kurvan anger hur mycket energi som produceras under året). Då oljan blev dyrare önskade man tillgripa någon annan uppvärmningsform. Kostnaden för verket att införa andra energikällor än den befintliga är till stor del beroende av vilka källor som skall användas.



Figur 2

Figuren visar att anläggningar med låga fasta kostnader oftast har höga rörliga och tvärtom. Som baslast bör man därför utnyttja ett bränsle med låga rörliga kostnader, alt. D. Vid ett stort antal levererade kWh blir kostnaden i kr ändå lägre än för exempelvis alt. A. Det senare alternativet passar bättre för topplastbehov. Här skall ju energin produceras endast under en kort tid, varför anläggningens fasta kostnader måste vara så låga som möjligt. Varaktighetsdiagrammet nedan visar ett exempel på hur bränslena kan användas tids- och effektmässigt. (Se även [2] sid 88, [5] sid 52 eller [13] sid 169).



Figur 3

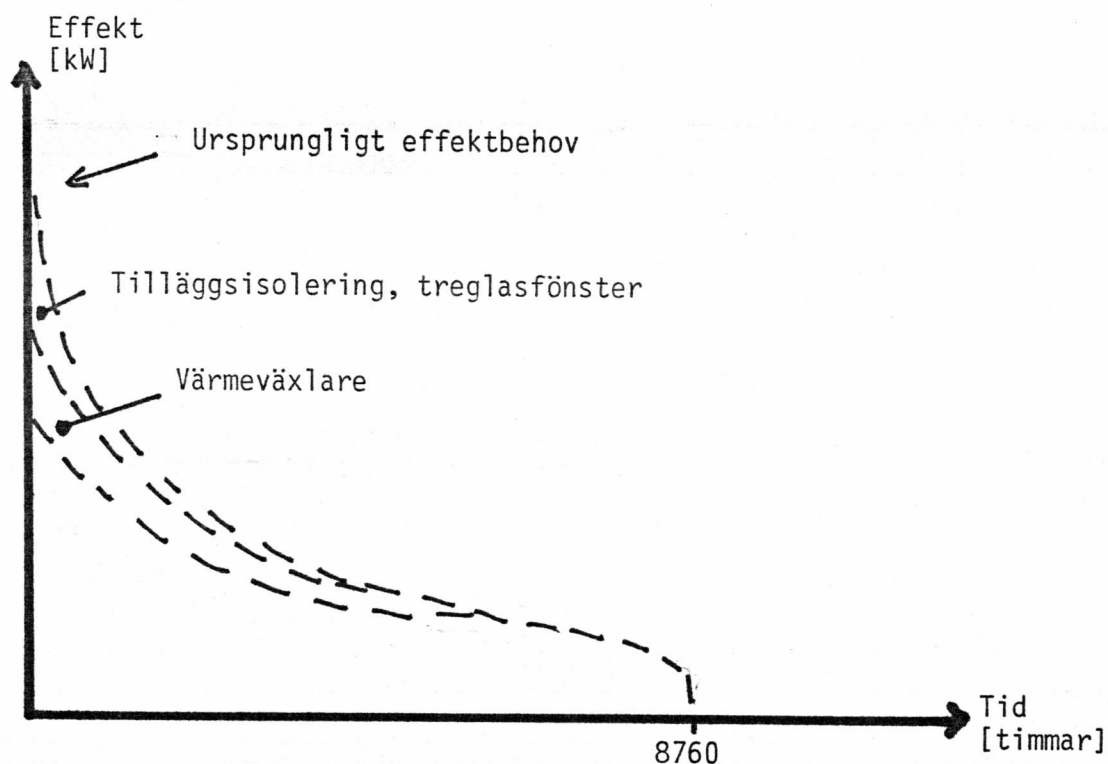
ROT-åtgärder

En förändring har också skett under senare år på byggmarknaden. Allt färre lägenheter nyproduceras per år och lägenhetsbeståndet i flerbostadshus tenderar att bli konstant till sin numerär ([4] sid 30 eller [8] sid 181).

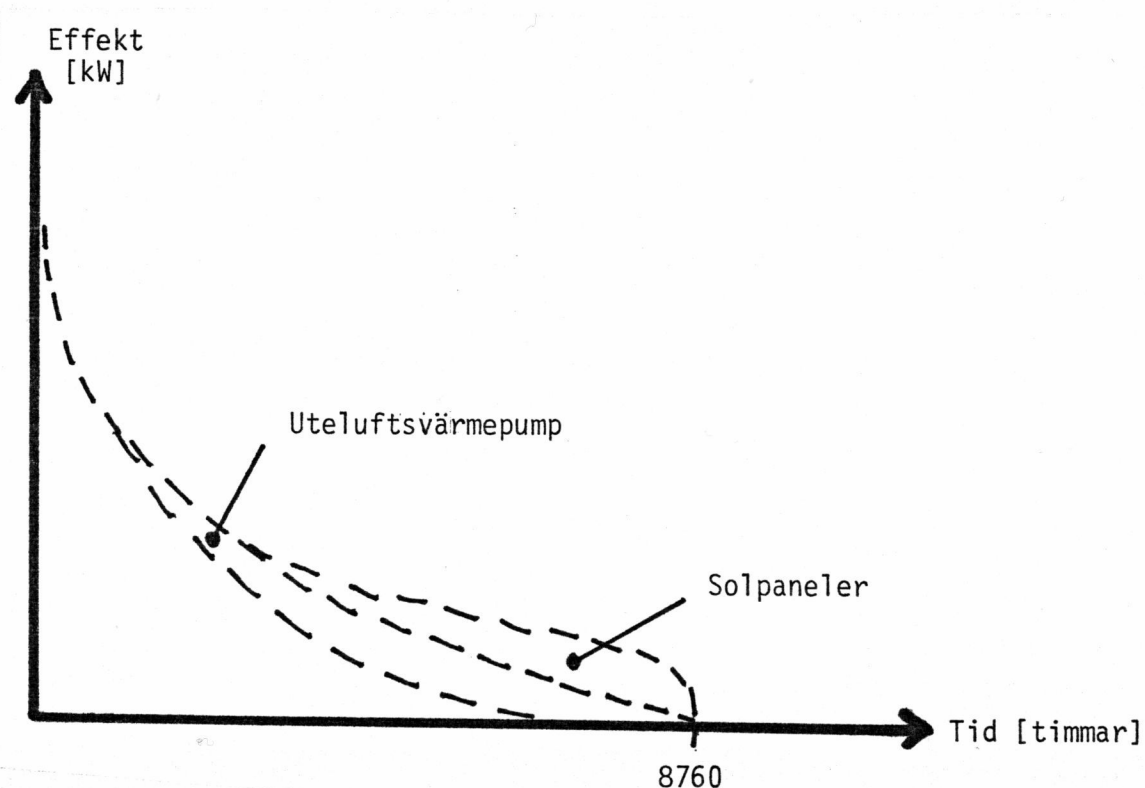
I stället för att nyproducera lägenheter kommer insatser att krävas för att underhålla det befintliga bostadsbeståndet. I samband med dessa s k ROT-åtgärder kan husen som energisystem påverkas.

Det är naturligt att omfattningen av arbetena bestäms bl a utifrån deras lönsamhet. En tilläggsisolering kommer inte till stånd om det inte kan visas att åtgärden genom minskad energiförbrukning betalar sig, åtminstone på lite

sikt. I nedanstående figurer har några ROT-åtgärder beskrivits i ett varaktighetsdiagram.



Figur 4



Figur 5

Figuren 4 visar ett antal åtgärder vars effekt är beroende av skillnaden mellan ute- och inneklimat. Åtgärderna sparar mer, ju kallare det är.

Figuren 5 visar i stället sådana exempel på sparande som ger störst bidrag under den varma årstiden. Inreglering av pannor eller installerandet av en frånluftsvärmepump ger lika sparande året runt. Varaktighetskurvan sänks därigenom lika mycket för hela året.

Det är givet att sparande enligt figur 4 även för konsumenten borde löna sig, mer än alternativen i figur 5. Ett medel kan vara att ge statliga räntebidrag till lämpliga åtgärder, ett annat kan vara, som vi vill visa nedan, en annorlunda taxa (se även [2] sid 62-69).

Marginalkostnadsteori

Prissättning efter den s k marginalkostnaden innebär att priset sätts efter den rörliga kostnad man har för att producera den sista enheten ([2] sid 8 eller [10]).

Denna typ av prissättning passar bäst när:

- varorna produceras i system med höga kapitalkostnader och när
- varorna eller produktionsresurserna inte kan användas till något annat.

Teorin passar därför väl in på produktionen av energi. Man använder sig ju här av mycket kapitalkrävande enheter för framställningen och vare sig anläggningen eller produkten kan användas till något annat.

Teorin innebär att det är lönsamt att sälja energi så länge priset överstiger den aktuella rörliga kostnaden för framställningen. Vi åskådliggör detta med ett exempel.

I figur 3 utgörs baslasten av sopförbränning. Den rörliga kostnaden för denna antas till 1 öre/kWh. När inte värmen från soporna räcker, måste en flispanna startas till en rörlig kostnad om c:a 10 öre/kWh. Teorin säger då att hela energileveransen då skall kosta 10 öre/kWh trots att soporna fortfarande svarar för nästan all värmeproduktion.

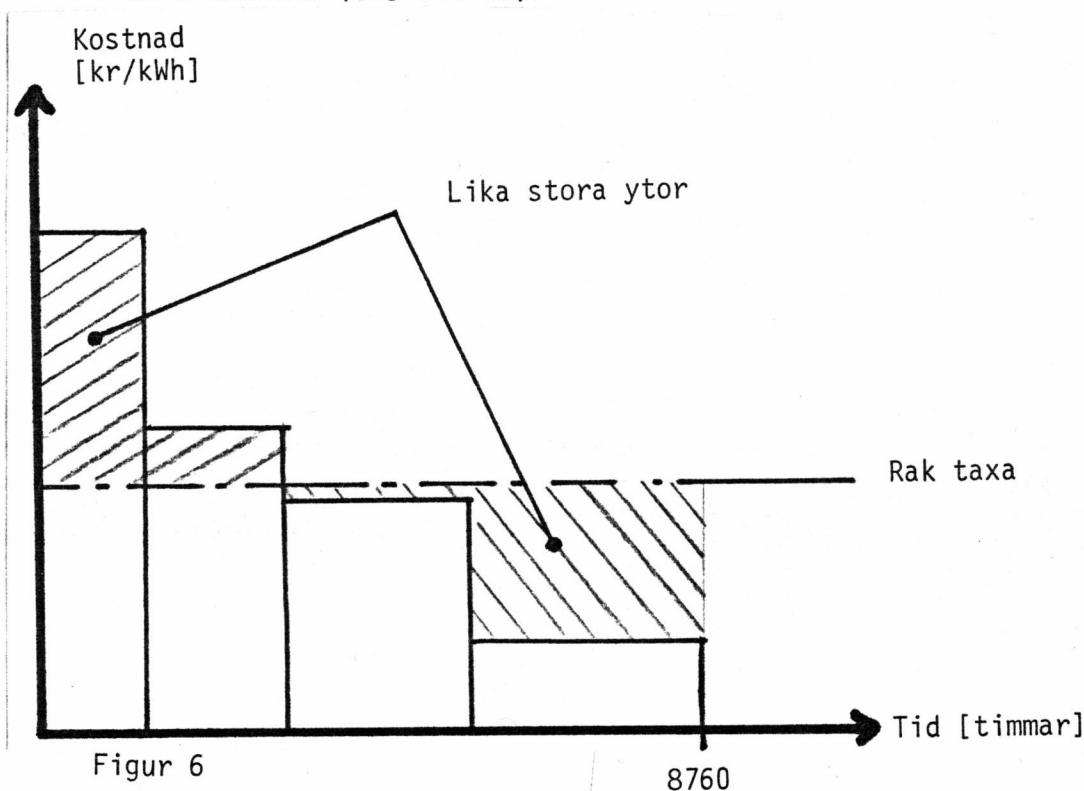
En sådan ordning strider heller ej mot den nationalekonomiska teorin och prissättning på detta sätt är också samhällsekonomiskt optimalt. Konsumenterna antas nu välja att förbruka mindre energi i enlighet med det nya priset ([2] sid 9 eller [8] sid 240 ff).

För att konsumenten skall veta hur mycket energi han/hon vill använda måste denna i varje ögonblick på något sätt informeras om vilket pris som är aktuellt. Svårigheten idag är att överföra denna information, men det finns utrustningar framtagna för att klara detta ([6] sid 13 eller [8] sid 246).

En taxa utformad enligt ovan kallas kostnadsdifferentierad eller CDR-taxa (Cost Differential Rate). I och med att produktionskostnaderna är klimatberoende och därför följer årstiderna kan den kostnadsdifferentierade taxan ofta med god approximation ersättas av en s k tidsdifferentierad taxa. Kostnaden för kunden följer helt årstiderna, vilket innebär att förbrukningen i januari har en hög rörlig kostnad, medan konsumtionen under juli är så gott som gratis. En taxa utformad enligt den senare modellen kallas tidsdifferentierad eller TDR-taxa (Time Differential Rate) ([2] sid 13 och [9] sid 197).

Taxejämförelser - normalisering

För att man skall kunna jämföra olika taxeförslag med varandra måste taxorna vara normaliserade. Det finns i princip två sätt att erhålla sådana taxor. Antingen skall en energienhet som konsumeras likformigt under hela året kosta lika mycket oberoende av taxetyp eller skall inkomsterna från verksamheten vara densamma oberoende av taxan. Den första metoden ger högre inkomster till verket och ökar således kostnaden för de flesta konsumenterna medan den andra metoden är neutral för värmeverket. Här används därför den senare metoden ([2] sid 15).

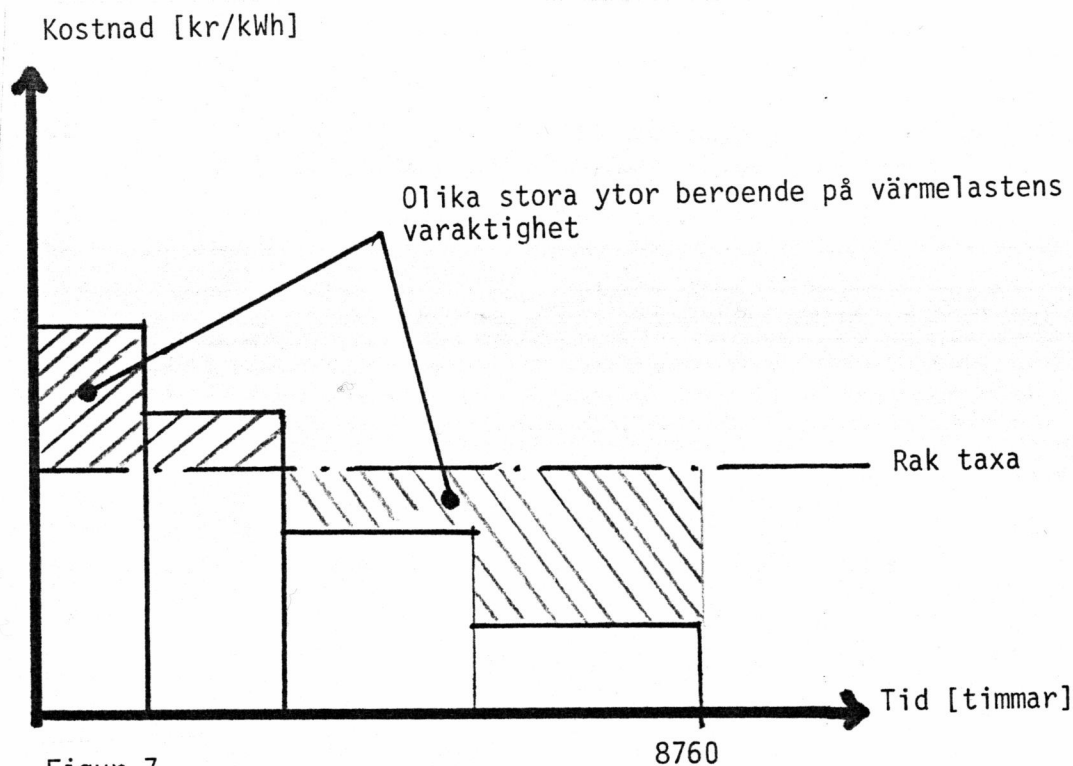


Figur 6

8760

Figur 6 visar normalisering enligt metod 1 ovan. De streckade ytorna är lika stora, vilka innebär att en energienhet som konsumeras under hela året får samma kostnad (exempelvis produktion av tappvarmvatten). För klimatberoende förbrukning ger dock denna typ av normalisering högre kostnader då mycket större energimängd åtgår under topplastperioden med högre taxa (exempelvis uppvärmning av en byggnad).

Nedanstående figur visar den andra metoden där normaliseringen skett med utgångspunkt från den verkliga energiförbrukningen och att verkets intäkter skall vara lika stora oberoende av taxan.



Figur 7

Här är således inte de streckade ytorna lika. Vi skall nedan ge flera exempel på detta.

Metod för undersökningen

Malmö Energiverk har givit oss uppgifter om verkets rörliga produktionskostnader, vilka vi antagit skall utgöra den framtida taxan. Vi har sedan räknat fram motsvarande raka taxa med normalisering enligt metod 2 ovan. (Notera att inget förslag finns att verkligen införa en sådan taxa. Förslagen tjänar här endast som räkneexempel. Vidare bör nämnas att kommunen sedan 1 maj 1984 tillämpat en differentierad taxa där taxan är 10 öre/kWh under perioden maj - september och 21 öre/kWh övrig tid [12] sid 9. Fr o m

oktober 1985 skall den lägre taxan vidare gälla från april - september). De två taxetyperna har sedan använts för att räkna ut den årliga energikostnaden för ett typhus. Detta typhus har sedan förändrats genom ROT-åtgärder varigenom energiförbrukningen sänkts. Sparbeloppen som beror på vilken taxa som används, har sedan jämförts med varandra.

För att förenkla beräkningarna har vi konstruerat två olika program till en programmerbar räknemaskin (HP-41 CV eller motsvarande). Det ena programmet använder en modifierad CDR-metod för beräkningarna medan det andra räknar enligt TDR. Det senare programmet beskrivs i bilaga 1.

Differentierad taxa anpassad till Malmö Energiverks rörliga produktionskostnader.

Kostnaderna framgår av nedanstående tabell:

Exempel 1.

TABELL 1

Månad	Kostnad i Kr/MWh		Månad	Kostnad i Kr/MWh	
	inkl skatt	exkl skatt		inkl skatt	exkl skatt
januari	197	144	juli	108	84
februari	197	144	augusti	108	84
mars	185	136	september	108	84
april	108	84	oktober	108	84
maj	108	84	november	131	113
juni	108	84	december	197	144

Värdena i tabell 1 motsvarar de verkliga rörliga kostnaderna för energiproduktionen.

Den marginella kostnaden för abonnenten är enligt uppgift från Malmö Energi- verk något högre än för verket p g a ledningsförluster mm. Då här främst skall belysas hur abonnenten reagerar vid olika taxekonstruktioner, räknar vi nedan med detta högre pris inkl skatter.

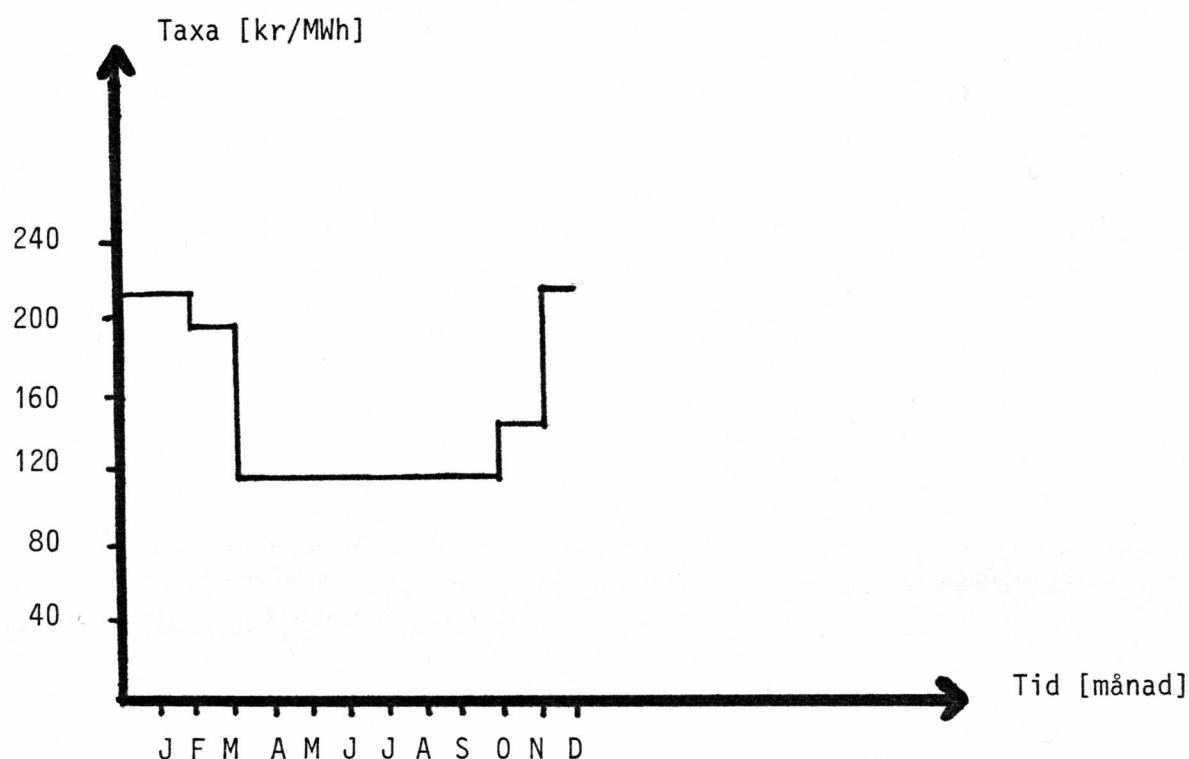
Följande taxeförslag (vår beräkning) erhöles då:

TABELL 2

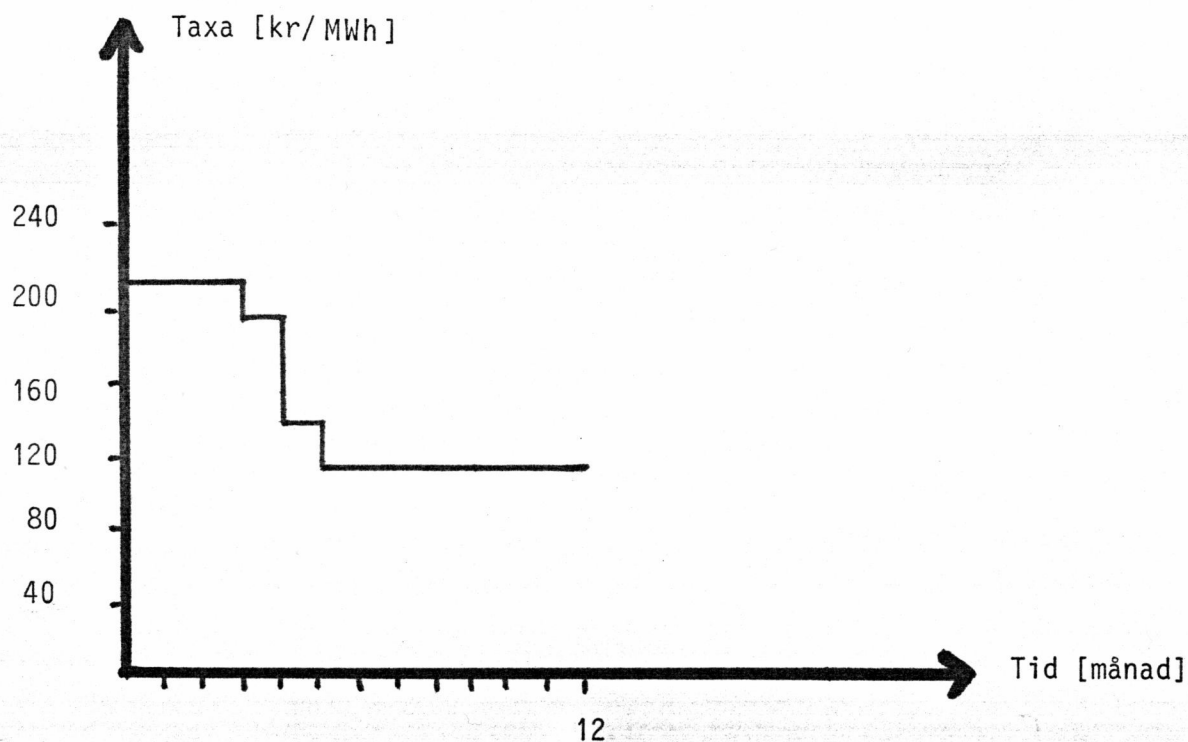
Månad	Taxa Kr/MWh	Månad	Taxa Kr/MWh
januari	211	juli	116
februari	211	augusti	116
mars	198	september	116
april	116	oktober	116
maj	116	november	140
juni	116	december	211

Vi vill här påpeka att verket har en förhållandevis hög rörlig kostnad även under sommarmånaderna. I exempelvis Linköping är den rörliga kostnaden under sommaren endast 10 kr/MWh. Detta beror på att verket då så gott som enbart eldas med sopor. (Malmö Energiverk upplyser dock om att soporna ej räcker till för hela sommarproduktionen. Viss mängd kol eldas därför öven sommartid. Vidare har verket avtal om spillvärmeleveranser, vilket inverkar på den rörliga kostnaden).

Kostnaderna i tabell 2 har nedan åskådliggjorts grafiskt (Figurerna 8 och 9).



Figur 8



Figur 9

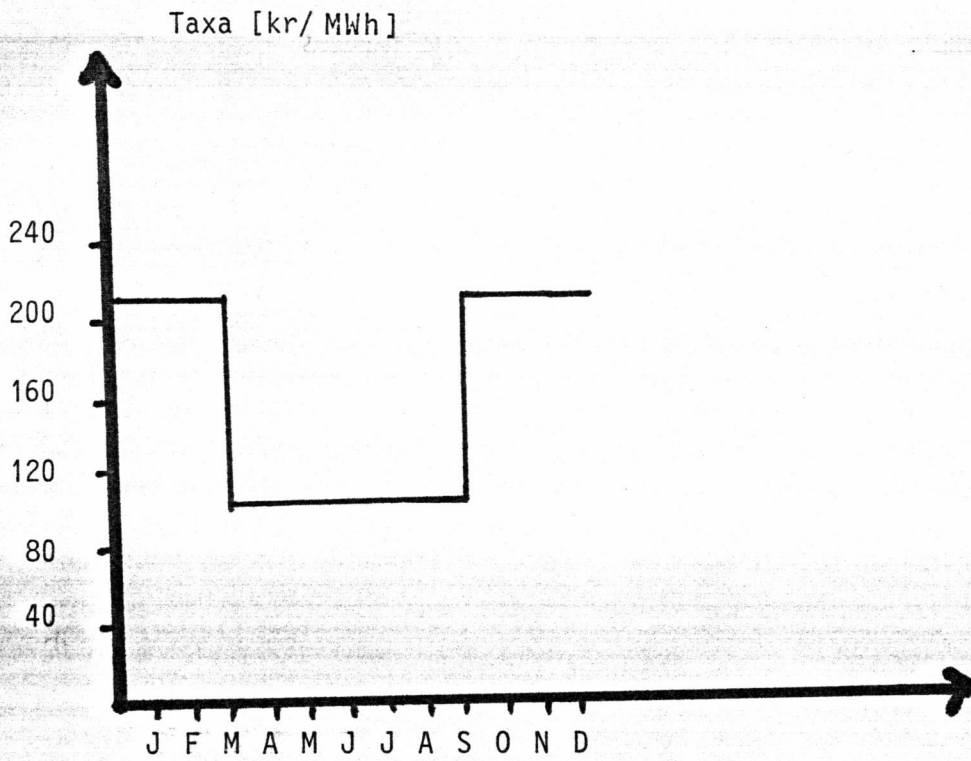
Vi har också undersökt konsekvenserna av den nuvarande taxan (oktober -85). Som nämnts ovan är taxan differentierad enligt följande tabell.

Exempel 2.

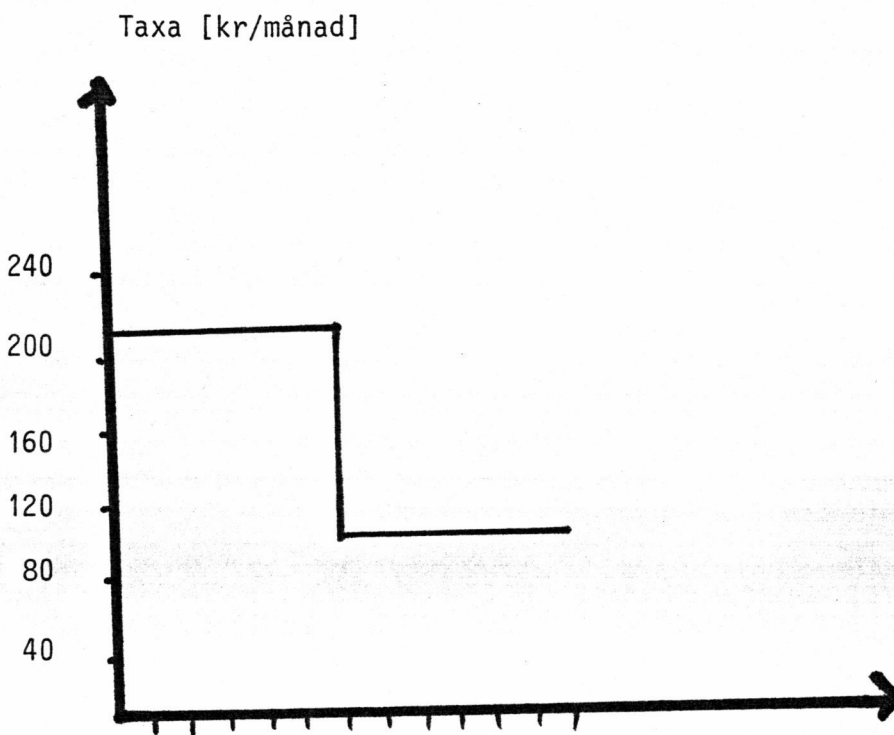
TABELL 3

Månad	Taxa Kr/MWh
oktober - mars	210
april - september	100

På samma sätt som tidigare (figurerna 8 och 9) har taxan åskådliggjorts grafiskt.



Figur 10



Figur 11

Värmelast

Som nämnts ovan har vi räknat ut energikostnaderna för de olika taxekonstruktionerna med hjälp av ett fiktivt hus.

Huset har följande data:

TABELL 4

Yta (bra)	1 500 m ²
Antal lgh	20 st
Total energiförbrukning	285 000 kWh/år
Total effekt	100 kW
Spec total energiförbrukning	190 kWh/m ² och år

Fastighetens energiförluster fördelade på förlustkällor:

Väggar	56 000 kWh/år
Tak	25 000 kWh/år
Golv	39 000 kWh/år
Fönster	55 000 kWh/år
Ventilation	56 000 kWh/år
Tappvarmvatten	54 000 kWh/år

Vidare krävs uppdelning av energiförbrukningen månadsvis. Tabell 5 visar hur uppdelningen gjorts. (Fördelningen är avrundad och avvägd så att summorna stämmer, varför den inte helt svarar mot verkliga förhållanden. Approximationerna påverkar resultaten i tabell 6 maximalt med c:a 3%).

TABELL 5

VÄRMELAST I kWh/år

	Totalt	Vägg	Tak	Golv	Fönster	Vent	Δt ber	Tappv
Januari	41 000	9 000	4 000	6 000	9 000	8 500	36 500	4 500
Februari	40 000	8 500	4 000	5 500	9 000	8 500	35 500	4 500
Mars	38 000	8 000	3 500	5 500	8 000	8 500	33 500	4 500
April	22 000	4 000	2 500	3 500	3 500	4 000	17 500	4 500
Maj	21 000	4 000	2 000	3 000	3 500	4 000	16 500	4 500
Juni	5 000	0	0	0	0	500	500	4 500
Juli	5 000	0	0	0	0	500	500	4 500
Augusti	5 000	0	0	0	0	500	500	4 500
September	12 000	2 000	500	1 000	1 500	2 500	7 500	4 500
Oktober	22 000	4 500	2 000	3 500	4 000	3 500	17 500	4 500
November	35 000	7 500	3 000	5 500	7 500	7 000	30 500	4 500
December	39 000	8 500	3 500	5 500	9 000	8 000	34 500	4 500
TOTALT	285 000	56 000	25 000	39 000	55 000	56 000	231 000	54 000

Vid valet av basvärden har referens [7] använts. Värmelastens varaktighet har tagits från [8] och [9].

ROT-åtgärder

De ROT-åtgärder vi undersökt är:

1. Inreglering av befintligt värmesystem. Regleringen beräknas ge effekter på den totala värmelasten.
2. Tätning av byggnaden mot okontrollerade luftläckor. Här antas att sparandet påverkar den ursprungliga ventilationsförlusten.
3. Byte av radiatorventiler till termostatstyrda ventiler. Sparandet påverkar den Δt -beroende värmelasten.
4. Isolering av tak.
5. Isolering av golv.
6. Isolering av väggar.
7. Byte till nya fönster. Här avses byte från tväglasfönster till tre- eller fyrglasfönster.
8. Installation av frånluftsvärmepump kopplad till tappvarmvattnet.
9. Installation av frånluftsvärmepump kopplad till husets radiatorkrets.
10. Installation av solpaneler.

Programmet tillåter också att olika kombinationer av dessa beräknas (se bilaga 1).

Resultat

Vi har som nämnts tidigare först normaliserat taxorna efter värmelastens varaktighet. En rak taxa om 166,90 [kr/MWh] ger exakt samma intäkt till verket som den differentierade taxan i tabell 1. (En normalisering av den andra typen hade gett en betydligt lägre intäkt). Husets kostnad för energiförbrukningen blir därför 48 416 kr. För taxan enligt tabell 3 fås motsvarande värden till 181,40 [kr/MWh], respektive 51 700 kr.

I tabell 6 visas hur taxorna påverkar sparandet av de olika ROT-åtgärderna. Åtgärder av typen 1, dvs sådana som påverkar hela husets förbrukning påverkas inte alls av taxan, här fås också 100% överensstämmelse. (Husets varaktighetsdiagram parallellförskjuts).

Åtgärderna 2 - 7 ger högre beroende av Δt (kurvan blir flackare), men spar-effekterna blir endast 2 - 7% större med de differentierade taxorna. En värmelast som helt överensstämmer med Malmös klimat ger 5% sparande för alla åtgärderna 2 - 7 enligt taxan i exempel 1 och 3% enligt exempel 2. Orsaken till detta är bl a att värmelasten (huset) har längre toppvaraktighet än 3 månader (jmf taxan).

Solpanelerna missgynnas som väntat kraftigt av de differentierade taxorna. Frånluftsvärmepumpen kopplad till tappvarmvattnet missgynnas också i betydande grad av en TDR. Detta kanske förvånar någon, men förklaras av att genereringen av tappvarmvatten är likformig under året. (En normalisering enligt typ 1 ovan ger identisk besparing för TDR och rak taxa). Kostnaden för att generera tappvarmvatten sjunker därför med en TDR, normaliserad enligt metod 2, och besparingen minskar således.

Detta förklarar ju också varför åtgärd 9, dvs när frånluftsvärmepumpen också är kopplad till husets radiatorkrets, inte missgynnas i samma grad. Här är ju en stor del av lasten beroende av skillnaden i ute- och inneklimat.

Effekterna av den föreslagna TDR-taxan blir med tanke på tabell 6 rätt uppenbara. Den kommer inte att stimulera energisparande, därtill är skillnaderna mellan taxorna för liten, max 5 - 7%. Däremot kommer taxan att motverka ett inkopplande av alternativa producentkällor, som producerar energi under låglastperioderna. Solvärmen slås troligen helt ut när inbesparingarna sjunker till hälften.

TABELL 6

	Rak taxa sparar kr		Diff. taxa sparar kr		Diff. taxa . 100 Rak taxa		Anm.
	Ex 1	Ex 2	Ex 1	Ex 2	Ex 1	Ex 2	
1. Inreglering 10%	4 842	5 170	4 842	5 170	100	100	Sänker totalförbrukningen med 10%
2. Tätning 10%	935	1 015	974	1 040	104	102	Sänker ventilationsförluster med 10%
3. Termostatstyrda radiator-ventiler 10%	3 855	4 190	4 039	4 374	105	104	Sänker den Δt -beroende energiförbrukningen med 10%
4. Tilläggsisolering, tak 50%	2 086	2 267	2 176	2 350	104	104	Sänker ursprunglig förlust genom byggnadsdelen med 50%
5. Tilläggsisolering, golv 50%	3 254	3 537	3 361	3 683	103	104	"
6. Tilläggsisolering, väggar 50%	4 673	5 079	4 901	5 330	105	105	"
7. Treglasfönster i st f tvåglas	2 753	2 992	2 934	3 185	107	106	Sänker den ursprungliga förlusten med 30%
8. Frånluftsvärmepump till tappvarmvattnet	9 012	9 794	8 024	7 965	89	81	Svarar för 100% av tappvarmvattenförbrukningen
9. Frånluftsvärmepump till både tappvarmvatten och radiator-krets	16 723	18 176	16 102	16 712	96	92	Svarar för 100% av tappvarmvattnet samt 20% av det temperaturberoende värmebehovet
10. Solpaneler	3 254		2 262	1 655	70	47	Spar 36% av tappvarmvattenförbrukningen företrädesvis under sommaren

Frånluftsvärmepumpar kopplade till tappvarmvattnet har redan idag en förhållandevis lång pay off-tid. Med minskade besparingar blir effekten ytterst besvärande.

Frånluftsvärmepumpar som även är inkopplade på husets radiatorkrets ger bättre besparingar men fortfarande missgynnas förfaringssättet med en TDR. En frånluftsvärmepump kopplad så att den prioriterar radiatorkretsen får dock ett bättre utgångsläge med TDR. Den fungerar då som ett klimatskydd, dvs. den sänker husets topplast. Effekten rör sig som tidigare om c:a 5% högre sparande med TDR.

Sammantaget blir således effekten av de föreslagna taxorna att fjärrvärmen utnyttjas bättre i och med att dess konkurrenskraft stärks mot alternativen.

Taxorna ger dock endast ett mycket litet incitament till toppeffektsparende. Ändras dessa så att toppeffekten blir relative sett dyrare, skulle dock detta accentueras. Vi vill därför nedan visa exempel på ytterligare några taxekonstruktioner.

Diskussion

Som nämnts ovan skulle effekterna av taxorna bli mer uppenbara om skillnaden mellan högsta och lägsta taxebelopp ytterligare accentuerades. Vi tar först ett exempel från Linköping, där de rörliga kostnaderna är för

- sopförbränning	10 [kr/MWh]
- fliseldning	100 [kr/MWh]
- kol	110 [kr/MWh]
- elpannekraft	100-150 [kr/MWh]
- olja	230 [kr/MWh]

Vi har med hjälp av ovanstående konstruerat en taxa enligt följande:

Exempel 3:

TABELL 7

Månad	Kr/MWh	Månad	Kr/MWh
januari	230	juli	10
februari	230	augusti	10
mars	125	september	100
april	110	oktober	115
maj	100	november	125
juni	10	december	230

Taxan ovan ger grundkostnaden 45 015 kr och motsvarande raka taxa blir 157,90 [kr/MWh].

Samma åtgärder som i tabell 6 ger:

TABELL 8

	Rak taxa	Diff. taxa	$\frac{\text{Diff. taxa}}{\text{Rak taxa}} \cdot 100$
Inreglering 10%	4 501	4 501	100
Tätning 10%	884	918	104
Termostatstyrda ventiler 10%	3 648	3 876	106
Tilläggsisolering tak 50%	1 974	2 101	106
Fönster 30%	2 605	2 841	109
Frånluftsvärmepump till tapp- varmvatten	8 529	6 255	73
Frånluftsvärmepump till tapp- varmvatten samt till radiator- krets	15 826	14 007	89
Solpaneler	3 080	755	25

Vi ser här att solpaneler och värmepumpar missgynnas i än högre grad än tidigare, men taxan inbjuder fortfarande ej till något toppeffektsparende, även om isoleringsalternativen blev gynnsammare. Skall ett sådant incitament erhållas, måste därför taxenivån höjas.

Exempel 4:

Antag att energin vintertid kostar (november - mars) 250 [kr/MWh]. Då fås en grundkostnad om 53 770 kr/år, dvs en höjning av taxenivån med 33% jämfört med den raka taxan i exempel 1. Tabellen nedan visar att sparbeloppen härigenom, procentuellt sett, ökar väsentligt mera.

* och övrig tid 60 [kr/MWh].

TABELL 9

	Spar. Exempel 1	Spar. Exempel 4	Exempel 4 . 100 Exempel 1
Inreglering 10%	4 041	5 377	133
Tätning 10%	794	1 105	139
Ventiler 10%	3 275	4 626	141
Isolering tak 50%	1 772	2 460	139
Fönster 30%	2 339	3 412	145
Frånluftsvärmepump tpv 100%	7 657	7 515	98
Frånluftsvärmepump tpv 100% samt radiatorkrets 20%	14 208	16 766	118
Solpaneler 36%	2 765	1 170	42

Som synes av värdena ovan kan sparandet bli c:a 45% större vid ett fönsterbyte med den höjda taxan.

Tyvärr blir också de alternativa producentkällorna lönsammare vid en högre taxenivå. Antag att taxan ovan i exempel 4 höjdes till 275 [kr/MWh] vintertid respektive 66 kr sommartid, dvs en höjning med 10%. Sparbeloppet blir då för frånluftsvärmepumpen kopplad till tappvarmvattnet 8 266 kr att jämföra med 7 515 kr för den ursprungliga taxan i exempel 4. Pay off-tiden för pumpen minskar således vid en högre taxenivå.

Sammanfattning

Av det ovan framförda framgår alltså att ett införande av differentierade taxor ökar fjärrvärmens konkurrenskraft gentemot alternativa producentkällor. Om taxenivån är konstant har dock taxekonstruktionen begränsat inflytande på toppeffektsparandet. Om däremot nivån höjs lönar det sig väsentligt bättre att spara energi vintertid genom exempelvis tilläggsisolering, men även värmepumpar m fl värmeproducerande anläggningar får då ett bättre konkurrensläge mot fjärrvärmens. Det synes således svårt att med differentierade taxor konstruera en taxa så att både alternativa uppvärmningsformer motverkas inom fjärrvärmesystemet och att toppeffektsparande gynnas. Man måste välja princip. Det tycks dock finnas stora möjligheter för Värmeverket att med en differentierad taxa skapa en önskad konsumentreaktion.

KÄLLFÖRTECKNING

- [1] Fjärrvärmesaxor
VVF's taxekommitté 1981
Svenska Värmeverksföreningen
December 1981
- [2] Sjöholm, Bertil H
Influence of differential rates on
heating system
Diss. 119, Linköpings Tekniska Högskola
- [3] Persson, Sören
Frånluftsvärmepumpar inom fjärrvärmeområden
R 186:1984
Byggforskningsrådet
- [4] Energi 85
G 26:1984
Byggforskningsrådet
- [5] Luterkort, Staffan
Lemmeke, Leif
Värmeförsörjning av befintliga flerfamiljshus
R 112:1984
Byggforskningsrådet
- [6] Sjöholm, Bertil
Karlsson, Björn G
Differentierade fjärrvärmesaxor
LiTH-IKP-R-283
Linköpings Tekniska Högskola
- [7] Björk, Curt
Huset som energisystem
LiTH-IKP-R-292
Linköpings Tekniska Högskola
- [8] El och olja
Förslag från Elanvändningskommittén
DsI 1980:22
- [9] Pris på energi
Betänkande av kommittén om principerna för taxer-
och prissättning inom energiområdet
SOU 1981:69
- [10] Hjalmarsson, L
Energi och samhällsekonomin
Liber Förlag 1979

- [11] Fjärrvärmeslutar för Linköping fr o m 1985-01-01
Tekniska Verken i Linköping AB

- [12] Verksamhetsberättelse för Malmö Energiverk
1984
Malmö Energiverk

- [13] Peterson, Folke
Lilliengren, Ulf
Effektiva uppvärmningssystem
R 137:1984
Byggnadsnämnden

- [14] Göransson, Anders
Wennerhag, Peter, m fl
Bebyggelsedata för energiplaneringen
R 152:1984
Byggnadsnämnden

- [15] Fjärrvärmeslutar Malmö Energiverk
Maj 1984

INSTRUKTION FÖR PROGRAMMET FJARRV

Allmänt

Programmet är avsett att användas i en programmerbar räknemaskin typ HP-41 CV eller motsvarande.

Programmet liksom alla grunddata lagras lämpligen i maskinen med hjälp av magnetkort. 5 kort åtgår för programmet och 5 behövs också för grunddata.

På datakortet lagras uppgifter om fjärrvärmestaxan Tabell 1, samt data för ett typhus. Se tabell 1 resp 3 i rapporten.

130 dataregister åtgår för lagring av data samt beräkningar.

Om någon annan taxa skall undersökas eller om typhuset önskas förändrat, kan detta lätt åstadkommas från tangentbordet.

Start av programmet

1. Tillse att 130 dataregister finns tillgängligt. (Size 130).
2. För programkortet (5 st) genom magnetkortläsaren.
3. Tryck WDTA (= Write Data) och för igenom datakortet (5 st).
4. Tryck XEQ FJARRV eller tryck GT0.000 och tryck R/S.
5. Programmet beräknar nu det befintliga husets energikostnad (Gk = grundkostnaden) under ett år. För de befintliga data som finns på korten skall grundkostnaden bli 40 413 kr. Programmet stannar några sekunder när kostnaden beräknats för ev. notering, men fortsätter sedan till programmets besparingsdel. (Grundkostnaden lagras i minne 100.

Taxan finns i minnena 00-09).

6. Maskinen frågar nu efter olika besparingsalternativ. Om alternativet önskas skall man trycka 1 och R/S. Om ingen beräkning önskas skall man svara med 0 och R/S. Programmet går i så fall till nästa alternativ.

Om alternativet önskas, fortsätter programmet med en fråga efter andel. Här skall man slå in hur stor andel av den ursprungliga förbrukningen som sparas. ($0 < \text{andel} < 1$). 10 olika alternativ finns. Dessa är

- a) INREGLering av befintligt system. Här förutsättes att hela energiförbrukningen påverkas med en viss andel som knappas in i maskinen. Den totala förbrukningen är lagrad månadsvis i minnena 10-19. (Programmet förutsätter att sommarmånaderna juni, juli och augusti har identiska värden både vad gäller taxa och förbrukningar). Knappas en andel om 0,1 in, ger programmet svaret 4 041,30 kr, dvs. 10% av grundkostnaden. Om man ej hinner notera svaret kan det visas igen genom att trycka RCL 8! (Gäller samtliga besparingsalternativ). De beräknade värdena summeras automatiskt i registren 101-119. Antalet alternativ är således begränsat. Programmets nästa fråga gäller
- b) TAETning av byggnaden mot okontrollerade luftläckor. Den andel som skall anges avser del av ursprunglig ventilationsförlust. Andelen 0,1 ger en besparing om 816 kr/år. Ventilationsförluster i register 60-69.
- c) RADiator Ventiler avser byte av vanliga manuella ventiler till termostatregrerade sådana. Här beräknas sparandet som andel av den temperaturberoende delen av totalförbrukningen. (Δt beroende). Här användes registren 70-79 för datalagringen 3 413 kr sparas med en andel om 0,1.

d) ISOLERING av TAK.

Andel av ursprunglig förlust genom taket skall anges. En andel 0,3 ger en besparing om 1 111 kr. Register 30-39.

e) ISOLERING av GOLV.

Andelen skall beräknas utifrån ursprunglig förlust genom golv.

Register 40-49 används här.

1 698 kr sparas om andelen är 0,3.

f) ISOLERING av VÄGGAR.

Förfarandet samma som tidigare.

En andel 0,3 sparar 2 488 kr. Register 20-29 utnyttjas för lagring.

g) FÖNSTER

Register 50-59 används här och en andel 0,3 ger 2 493 kr per år i sparande.

h) Installation av FrånluftsvärmePump till TAPPVarmvattnet.

Här skall anges den andel av tappvarmvattenförbrukningen som försörjes av värmepumpen. Besparingsvärdet har ej reducerats med kostnad för pumpens elförbrukning.

3 141 kr sparas med en andel om 0,5. Ursprunglig tappvarmvattenförbrukning finns lagrad i programmet (c:a rad 100 beroende på programversion).

i) Installation av FrånluftsvärmePump till RADIATOR-kretsen.

Här anges hur stor del av värmebehovet (exkl. tappvarmvattnet) som värmepumpen levererar. Ingen hänsyn har här tagits till pumpens egen elförbrukning.

En andel om 0,5 ger en besparing på 17 065 kr. Register som används har nr 70-79.

j) SOLPANELER. I register 120-129 finns lagrat en fast besparingsandel. Under vintermånaderna januari,

februari, mars, november och december sparas ingenting. April och oktober har 1 000 kWh som besparing medan maj och september bidrar med 2 000 kWh. Juni, juli och augusti täcker solpanelerna hela behovet. Dessa antas endast kopplade till tappvarmvattnet.

Besparingsalternativet ger 1 481 kr/år.

7. Programmet räknar sedan omedelbart ut summan av de enskilda sparbeloppen. (I vårt fall ovan fås 37 749 kr). Minne 81 innehåller detta belopp.

8. Maskinen ställer sedan frågan ATER 1/0?

Trycker man 1 återgår programmet till litt 6 a) (INREGLering). Registren 101-119 nollställs ej härvid, varför ytterligare besparingsalternativ kan beräknas (av de 10 möjliga), vilka summeras till de tidigare.

Om alternativen blivit för många, svarar maskinen med ALternativ SLUT och återgår till INREGLering, men nu rensas registren 101-119.

Observera att programmet ej håller reda på hur mycket energi som sparas. (Man kan alltså spara mer än vad som motsvaras av den ursprungliga energiförlusten).

9. Trycker man 0 på frågan i litt. 8 ovan frågar maskinen NYTT 1/0?

Svarar man 1 startar programmet vid INREGLering med rensade register 101-119. Om man svarar 0 startar programmet från början, dvs. ny grundkostnad beräknas.

10. Om taxan eller data för förbrukningen önskas förändrade måste nya data slås in via tangentbordet (Sto nn där nn är det register där förändringen önskas).

Ovan har givits anvisningar om var i minnet värdena finns lagrade. Januari månads index slutar alltså

på 0, februari på 1 osv. Observera att juni, juli och augusti har samma index = 5. Om man vill förändra taxans konstruktion i mars skall värdet således lagras i minne 02, medan ventilationsförlusterna i november skall lagras i minne 68. Effektivare solpaneler ger förändringar i register 120-129. (Notera att dessa endast kan adresseras indirekt).