

Anslagsrapport
A1:1996

Energieffektivisering

**Sparmöjligheter och investeringar för el-
och värmeåtgärder i bostäder och lokaler**

Bengt Dahlgren AB
ESAN Energi AB
Energidata Göteborg AB

Drift och skötsel

Cecab

Anslagsrapport
A1:1996

ENERGIEFFEKTIVISERING

Sparmöjligheter och investeringar för el- och värmeåtgärder
i bostäder och lokaler

av

Bengt Dahlgren AB

ESAN Energi AB

Energidata Göteborg AB

Drift och skötsel

av

Cecab

Denna rapport hänför sig till byggforskningsanslag 959053-6 från Byggforskningsrådet.
Övrigt finansierat av projektet är Energikommisionen.

REFERAT

Rapporten redovisar beräkningar av investeringskostnader och möjligheter till energi-effektiviseringar i den svenska bebyggelsen fram till år 2010 och 2020. Beräkningarna gäller både el och värme i nuvarande byggnadsbestånd av **småhus, flerbostadshus och lokaler exkl. industri**. Beräkningarna har gjorts i samband med energikommissionens arbete.

Ett antal olika beräkningsfall har behandlats, med olika prisbanor och tekniknivåer ("dagens" och "morgondagens"). Vad gäller genomförandet av åtgärder finns dels ett "teoretiskt" fall där allt som är lönsamt också blir gjort, samt ett annat fall där den realistiska genomförandegraden ("acceptansen") bedömts.

Beräkningarna baseras på nationella, statistiskt förankrade beskrivningar av bebyggelsestocken och dess förutsättningar för åtgärder, och på teknisk-ekonomiska detaljräkningar av åtgärder och åtgärdspaket, behandlade med beräkningsmodellerna MSA och ERÅD. Hänsyn har tagits till de utbyten, ombyggnader och renoveringar som sker under tidsperioden, och som oftast innebär att energiåtgärden blir billigare än när den görs fristående.

Elanvändningen 1993 i bostäder och lokaler exkl. elvärme är ca 36 TWh. Till år 2010 och 2020, med nybebyggelse inkluderad, skulle elanvändningen enligt beräkningarna kunna minska med mellan 10 och 14 TWh/år om allt lönsamt blev genomfört (merinvesteringar ca 17 - 30 Mdr). Realistiskt genomförande av åtgärder bedöms ge 1 à 2 TWh/år minskning med dagens teknik, men omkring 10 TWh/år med morgondagens teknik (merinvestering 3 - 4 resp 7 - 14 Mdr).

Värmeanvändningen i bostäder och lokaler inkl. nybebyggelse beräknas kunna minska med 20 - 31 TWh nettovärme per år från nuvarande knappt 100 TWh, om allt lönsamt blir genomfört (merinvesteringar för effektiviseringsåtgärder mellan 100 och 200 Mdr). Det man i realiteten bedömer genomföras ger en minskning på 6 - 14 TWh/år, till merinvesteringar av ca 30 - 65 Mdr.

En fristående bedömning har också gjorts av möjligheterna att i stort sett omgående minska främst värmeanvändningen genom att rätt använda den utrustning som redan finns.

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

Denna skrift är tryckt på miljövänligt, oblekt papper.

A1:1996

ISBN 91-540-5733-7
Byggeforskningsrådet, Stockholm

gotab 15556, Stockholm 1996

INNEHÅLL

"Energieffektivisering.

Sparmöjligheter och investeringar för el- och värmeåtgärder i bostäder och lokaler"
av Bengt Dahlgren AB, ESAN Energi AB, Energidata Göteborg AB

	Sida
1	DEFINITIONER. FÖRKLARINGAR
1.1	Syfte. Arbetsmetod 1
1.2	Beräkningsfall 1
1.3	Energipriser 2
1.4	Åtgärder som ingår i beräkningarna 3
1.5	Definition av investeringar 3
1.6	Definition av effektiviseringspotential 4
1.7	Avstämning av beståndets storlek 4
1.8	Nybebyggelse efter 1993 4
2	RESULTAT OCH KOMMENTARER
2.1	Sammanfattning av resultat 6
2.2	Tabeller med resultat 9
2.3	Kommentarer elanvändning 18
2.4	Värmehushållning i bostäder 20
2.5	Värmehushållning i lokaler 21
2.6	Förbättrade verkningsgrader 22

BILAGOR

Bilaga 1	Besparingspotentialer och merinvesteringar i hushållens elanvändning
Bilaga 2	Besparingspotentialer och merinvesteringar i lokaler (elanvändning)
Bilaga 3	Besparingspotentialer och merinvesteringar i småhus (elvärmekonverteringar)
Bilaga 4	Energisparpotential och investeringsbehov i bostadsbeståndet. Värmehushållningsåtgärder
Bilaga 5	Värmehushållning i lokaler. Investeringar och effektiviserings möjligheter

"Kostnader för energieffektivisering och potentialer i byggnader.

Drift och skötsel"

av Cecab

INLEDNING

Denna volym redovisar arbeten som gjorts på uppdrag av Bygghörsningsrådet under hösten 1995 i samband med energikommissionens arbete.

Huvuddelen av volymen upptas av rapporten "**Sparmöjligheter och investeringar för el- och värmeåtgärder i bostäder och lokaler**" (huvudtext plus 5 bilagor). Rapporten redovisar ett omfattande beräkningsarbete baserat på nationella bebyggelsebeskrivningar, där ett stort antal möjliga åtgärder beräknats vad gäller energi och ekonomi. Det gäller åtgärder för el- respektive värmeeffektivisering i dagens bebyggelsestock under hela perioden fram till åren 2010 och 2020. Det är i huvudsak åtgärder som innebär investeringar i form av nya apparater, ny utrustning, klimatskärmsåtgärder mm. En betydande del av åtgärderna och effektiviseringarna sker i samband med utbyten, ombyggnader och renoveringar under de kommande åren.

En fristående översiktlig bedömning har också gjorts av de viktiga möjligheterna att i stort sett omgående minska energianvändningen genom att rätt använda den utrustning som redan finns. Den redovisas i PM:n "**Drift och skötsel**". Besparingen nås genom att bättre styra driftsorganisationen, arbeta med driftsstatistik mm. För detta är investeringarna noll eller så begränsade att de bekostas inom årets driftbudget.

Kommentar: De två nämnda arbetena har gjorts parallellt, och de belyser två olika huvudfrågor och tidsperspektiv. Det går inte att direkt summerna potentialerna i de båda arbetena. Den möjliga besparing som anges i "Drift och skötsel" (och som kan göras omgående om bara kompetens finns) är i de flesta fall inkluderad i de successiva investeringsåtgärder som "Sparmöjligheter och investeringar" behandlar. Potentialerna överlappar i hög grad varandra, om än inte helt. Sparmöjligheter i "Drift och skötsel" finns exempelvis i att man anpassar driftstider för ventilationen, utnyttjar befintliga reglercentraler rätt, justerar brännare etc. Sådana effektiviseringar ingår också i samband med de aggregatbyten, anpassningar av ventilationens flöden och tider, nya reglersystem, pannbyten etc som rapporten "Sparmöjligheter och investeringar" innefattar, och som sker successivt under de kommande åren.

Vissa typer av enkla drift- och skötselbesparingar fångas dock inte säkert in för den del av stocken som inte får nya aggregat, reglersystem etc. Därför kan en viss tillkommande potential vara rimlig att addera till vad som anges i "Sparmöjligheter och investeringar".

I "Sparmöjligheter och investeringar" finns dels ett "teoretiskt" beräkningsfall där allt som är lönsamt också blir genomfört, dels ett fall med det som i realiteten bedöms bli gjort. Resonemanget ovan om överlappningen i förhållande till "Drift och skötsel" gäller i princip för båda fallen. Den realistiska nivån i "Drift och skötsel" anses vara den lägre nivån 5-7% besparing.

Studien "Sparmöjligheter och investeringar för el- och värmeåtgärder i bostäder och lokaler" har utförts av Bengt Dahlgren AB, ESAN Energi och Energidata Göteborg AB. "Drift och skötsel" har utarbetats av Cecab.

ENERGIEFFEKTIVISERING

**Sparmöjligheter och investeringar
för el- och värmeåtgärder
i bostäder och lokaler**

*Bengt Dahlgren AB
ESAN Energi AB
Energidata Göteborg AB*

November 1995

1995-11-08

ENERGIEFFEKTIVISERING

Sparmöjligheter och investeringar för el- och värmeåtgärder i bostäder och lokaler

1 DEFINITIONER. FÖRKLARINGAR

1.1 Syfte. Arbetsmetod

Denna rapport sammanfattar ett arbete med att beräkna och bedöma investeringskostnader och möjligheter till energieffektiviseringar i den svenska bebyggelsen fram till år 2010 och 2020. Beräkningarna gäller både el och värme, och omfattar nuvarande byggnadsbestånd av småhus, flerbostadshus och lokaler exkl. industri.

De redovisade beräkningarna bygger vidare på ett antal tidigare genomförda detaljerade studier av effektiviseringsmöjligheterna i den svenska bebyggelsen. Eleffektiviseringen tar utgångspunkt i Nutek-rapporten Framtida elanvändning - effektiviseringspotentialer, värmeåtgärder i bostäder bygger på beräkningar i ERBOL-materialet, och värmeåtgärder i lokaler bygger på STIL-studien. Arbetet bygger alltså på ett prövat och välkänt material, men de nu genomförda beräkningarna är inte gjorda genom husvisa beräkningar, utan får betraktas som schablonmässiga.

Arbetet har på BFRs uppdrag utförts i huvudsak v 35-40 i samverkan mellan ESAN Energi AB (huvudansvar för elåtgärder, ventilation), Bengt Dahlgren AB (huvudansvar för värmeåtgärder bostäder) och Energidata Göteborg AB (huvudansvar för värmeåtgärder lokaler, samordning).

Detaljerad redovisning av arbetsmetoder och beräkningar finns i Bilagorna 1-5.

1.2 Beräkningsfall

Beräkningarna är gjorda dels för "Dagens teknik" (Fall 1), dels "Morgondagens teknik" (Fall 2). För vardera av dessa beräknas dels en teknisk-ekonomisk potential med samhällsekonomiska kriterier (Fall a), dels görs en bedömning av hur mycket av dessa åtgärder som i verkligheten får acceptans och genomslag, så att de blir genomförda i verkligheten (Fall b). Närmare bestämt definieras fallen så här:

Fall (1) Dagens teknik: Nuvarande relationer mellan åtgärds kostnad och energibesparing gäller under hela beräkningsperioden. I princip utgår vi under hela perioden från samma teknik som är den bästa tillgängliga på marknaden idag. För ex.vis kyl/frys gäller hela perioden samma elanvändning i kWh/liter,år som dagens absolut bästa skåp har.

Fall (2) Morgondagens teknik: Produkter och metoder blir billigare, bättre kända och tidigare tillgängliga, och energieffektiviseringseffekten blir större p.g.a. forskning, utveckling, teknikupphandling etc. Detta kan i princip bero på två saker, nämligen

- * statens framtida åtgärder och ingripanden på energiområdet (program)
- * den framtida produkt- och metodutveckling hos tillverkare, byggare etc, som sker utan statens åtgärder på energiområdet.

Statens åtgärder tänker vi oss kunna inkludera forskning, kunskapsuppbyggnad, teknikupphandling, information och rådgivning till alla typer av aktörer (tillverkare, projektörer, byggare, återförsäljare, konsumenter, energianvändare), ändrade avdragsregler, stöd till finansiering exkl. direkta bidrag. Nya strängare byggregler eller normer för maximalt tillåtna förbrukningar kan ingå i arsenalen av åtgärder om det som föreskrivs är lönsamt i en energikalkyl (med den teknisk/ekonomiska potentialens förutsättningar).

Vi tänker oss inte statliga åtgärder såsom normer för maximalt tillåtna energiförbrukningar som inte är lönsamma i energikalkylen, eller direkta investeringsbidrag.

Fall (a) Teknisk/ekonomisk potential: Beräkning av allt det som motsvarar uppställt lönsamhetskrav. Beräkningen görs med nuvärdesmetod och kalkylränta 6%. Denna beräkning avser att visa allt som är samhällsekonomiskt lönsamt, och anger potential och investeringar om samtliga lönsamma åtgärder också skulle blir genomförda.

Fall (b) Troligt genomförande: Detta är en bedömning av vad som till slut verkligen kan beräknas bli utfört. Skillnaden mot Fall (a) beror bl.a. av att husägaren i sin kalkyl har andra strängare lönsamhetskrav, att han av andra orsaker inte vill göra vad kalkylen anger som lönsamt, eller att åtgärdsomöjligheten överhuvudtaget inte kommer upp till övervägande hos husägaren p.g.a. okunskap, ointresse, bristande signaler från samhällets sida etc. Beräkningen i Fall (b) har så långt möjligt grundats på gjorda undersökningar av som faktiskt blir genomfört. Ett annat sätt har varit att göra kalkyler som efterliknar de avkastningskrav husägare etc. i realiteten agerar efter. Men därtill har beaktats att åtgärden kanske aldrig ens kommer upp för övervägande.

Observera att ex.vis statens åtgärder i Fall (2) kan påverka dels (a) den teknisk/ekonomiska potentialen genom energisnålare och billigare produkter, dels (b) vad husägare etc faktiskt genomför, genom att statens information mm gör dem kunnigare.

1.3 Energipriser

Fyra prisbanor och avvecklingsfall har studerats. Här anges använda elpriser för åren 1993, 2010 resp. 2020 (inkl. skatter, exkl. moms, 1993 års prisnivå).

Scenario	Fastighetsbolag	Elvärme småhus	Hushållsel
Nuläge 1993	48 öre/kWh	48 öre/kWh	68 öre/kWh
Scenario 3, avveckl till 2010, pris år 2010	65 öre/kWh	65 öre/kWh	84 öre/kWh
Scenario 3, avveckl till 2020, pris år 2020	67 öre/kWh	67 öre/kWh	86 öre/kWh
Scenario 4, avveckl till 2010, pris år 2010	90 öre/kWh	90 öre/kWh	109 öre/kWh
Scenario 4, avveckl till 2020, pris år 2020	92 öre/kWh	92 öre/kWh	111 öre/kWh

För **övriga energipriser** är antagandena för nuläget, exkl. moms:

* Eldningsolja 1, för fastigheter	29 öre/kWh
* Eldningsolja 1, för småhus	32 öre/kWh
* Pellets	25 öre/kWh
* Flis	10 öre/kWh

I Scenario 3 ökar oljepriset ca 1% per år reallt, fjärrvärmens med drygt 2% per år, medan biobränslen får reallt oförändrad nivå. I Scenario 4 tillkommer också en koldioxidskatt motsvarande 13-18 öre/kWh.

1.4 Åtgärder som ingår i beräkningarna

Det är viktigt att notera vad som ingår och ej ingår i beräkningarna. I princip gäller beräkningarna effektivare elutrustning samt "sparåtgärder" för värme i den kvarvarande bebyggelsen från 1993. Eftersom elanvändningen är särskilt angelägen att belysa, har vi dessutom räknat på byte av uppvärmningssätt i elvärmda hus.

Följande typer av åtgärder ingår:

- Effektiviseringsåtgärder på el- och värmesidan i samband med utbyten och renoveringar som ändå skall göras (ex. elsnålare kyl/frys vid utbyte, tilläggsisolering när fasad måste åtgärdas)
- Effektiviseringsåtgärder som görs som fristående åtgärd (ex. vindsisolering)
- Bättre verkningsgrader i samband med pannbyten
- Övergång från elvärme genom bränslebyte i befintliga kombipannor, installation av värmepump eller byte från elpanna till kombipanna
- Fjärrvärmeanslutning av elvärmda flerbostadshus och lokaler

Åtgärder som inte ingår i beräkningarna är:

- Fjärrvärmeanslutning (annat än av elvärmda flerbostadshus och lokaler)
- Naturgasanslutning
- Pannbyten i andra hus än elvärmda
- Åtgärder utöver ventilation, belysning och tvätt i fastighetsel för flerbostadshus

1.5 Definition av investeringar

De investeringar som anges i denna rapport avser de merinvesteringar som behövs för att uppnå lägre energianvändning. Om man måste byta kyl/frys för att den gamla är slut, och man köper den vanligaste på marknaden blir merinvesteringen = 0 kronor (man måste ändå byta). Köper man av energiskäl en dyrare och energisnålare diskmaskin än vad som är vanligt, blir merinvesteringen = extrakostnaden utöver den vanliga maskinen. (I Fall 1 utgör denna extrakostnad dagens extrakostnad, i Fall 2 utgör den morgondagens extrakostnad eller bedömd genomsnittlig extrakostnad under perioden fram till slutår).

Sätter man vid ombyggnad in 3-glasfönster där det idag är 2-glas, så anser vi att denna förbättring görs av energiskäl, och tar upp merkostnaden för det extra glaset. Tilläggsisolerar man en fasad när fasadskiktet ändå måste bytas, ingår merkostnaden för tilläggsisoleringen. -- En åtgärd som görs uteslutande av energiskäl (ex. vindsisolering) belastas med hela investeringskostnaden.

1.6 Definitionen av effektiviseringspotential

Den "potential" som redovisas i denna rapport avser skillnaden (minskningen) i energi-användning från nivån 1993 för det kvarvarande beståndet. För elapparater ingår antaganden om att antalet apparater växer, och potentialsiffran inkluderar både ökningen p.g.a. detta och minskningen p.g.a. allt bättre eleffektivitet. Observera att "potential" kan vara annorlunda definierat i kommissionens andra utredningar och rapporter.

I diagrammen på sidorna 7-8 har vi också lagt in beräkningar av el- och värmebehov för nybebyggelsen efter 1993. Staplarna på de sidorna visar därför den beräknade totala användningen av el och (netto-)värme åren 2010 respektive 2020 för småhus, flerbostadshus och lokaler.

1.7 Avstämning av beståndets storlek

Nivån på energianvändningen 1993, liksom alla definitioner av beståndets storlek har avstämts mot kommissionens använda definitioner. Det innebär bl.a. att "småhus" inkluderar bebodda småhus på jordbruksfastigheter, men inte fritidshus, att "flerbostadshus" avser bostadslägenheter i flerbostadshus och lokalhus, och att "lokaler" också inkluderar lokaler typ butiker i bottenvåningen på flerbostadshus, men ej inkluderar industrilokaler. (Kommissionens siffra på driftel i lokaler innehåller viss el som avser utomhusanläggningar, och har i våra tabeller minskats från 18,5 till 16,8 TWh).

De underlagsberäkningar som redovisas i bilagorna har i några fall måst göras på ett bestånd som skiljer sig något i omfattning från det ovan definierade. Bilagornas siffror har då justerats när de införts i sammanfattande tabeller och diagram. Värmeåtgärder i bostäder (Bilaga 4) har uppräknats med faktorn 1,09 och värmeåtgärder i lokaler (Bilaga 5) med faktorn 1,17.

1.8 Nybebyggelse efter 1993

För att vi skall kunna ge en totalbild av el- och värmeanvändningen åren 2010 och 2020, har vi förutom den kvarvarande stocken från 1993 också översiktligt behandlat nybebyggelsen till 2010 och 2020.

Nettoökningen av bostadsytan antas vara 0,6% per år, och nettoökningen av lokalytan 0,7% per år. Antalet hushåll ökar med 0,6% per år.

Övriga antaganden samt resultat framgår av tabellen nedan. Antagna specifika behov bygger på underlag från andra genomförda utredningsarbeten åt Nutek och BFR.

Nybebyggelse efter 1993

	Till 2010 Fall 1	Till 2010 Fall 2	Till 2020 Fall 1	Till 2020 Fall 2
HUSHÅLLSEL, FASTIGHETSDRIFT				
Tillkommande antal hushåll, st	444 000	444 000	727 000	727 000
Specifik el för hushåll och fastighetsdrift, MWh/hushåll	3,8	3,2	3,8	3,2
El för hushåll och fastighetsdrift, TWh/år	1,70	1,42	2,76	2,33
DRIFTEL LOKALER				
Tillkommande lokalyta, milj. m2	19,6	19,6	32,3	32,3
Specifik el för lokaler, kWh/m2,år	64	50	64	50
El för lokaler, TWh/år	1,25	0,98	2,07	1,62
NETTOVÄRMEBEHOV				
<u>Småhus:</u>				
Tillkommande yta, milj. m2	33,4	33,4	54,7	54,7
Specifikt nettovärmebehov, kWh/m2,år	45	40	45	40
Nettovärmebehov, TWh/år	1,50	1,34	2,46	2,19
<u>Flerbostadshus:</u>				
Tillkommande yta, milj. m2	19,7	19,7	32,3	32,3
Specifikt nettovärmebehov, kWh/m2,år	125	110	125	110
Nettovärmebehov, TWh/år	2,46	2,17	4,03	3,55
<u>Lokaler:</u>				
Tillkommande yta, milj. m2	19,6	19,6	32,3	32,3
Specifikt nettovärmebehov, kWh/m2,år	65	60	65	60
Nettovärmebehov, TWh/år	1,28	1,18	2,10	1,94

2 RESULTAT OCH KOMMENTARER

2.1 Sammanfattning av resultat

Tabellerna nedan ger huvudresultaten. Där anges potentialer och investeringar i befintlig bebyggelse för Scenarierna 3 och 4.

Effektiviseringspotentialer fram till år 2010, TWh/år

	Användn 1993	Minskingspotential Scenario 3				Minskingspotential Scenario 4			
		Fall 1a	Fall 1b	Fall 2a	Fall 2b	Fall 1a	Fall 1b	Fall 2a	Fall 2b
ELANVÄNDNING exkl elvärme									
Hushållsel	15,2	6,6	1,1	8,0	4,9	6,6	1,1	8,2	5,2
Fastighetsel i flerb.hus	3,9	1,5	1,0	1,5	1,4	1,5	1,0	1,5	1,5
Lokaler	16,8	5,9	3,0	6,0	4,2	5,9	3,1	6,2	4,5
SUMMA	35,9	14,0	5,1	15,5	10,5	14,0	5,2	15,9	11,2
UPPVÄRMNING (nettovärme)									
Bostäder	72,7	17,8	8,2	18,6	9,3	22	10,3	22,6	11,8
Lokaler	26,0	7,4	3,2	9,3	5,1	9,0	3,5	11,4	5,2
SUMMA	98,7	25,2	11,4	27,9	14,4	31,0	13,8	34,0	17,0

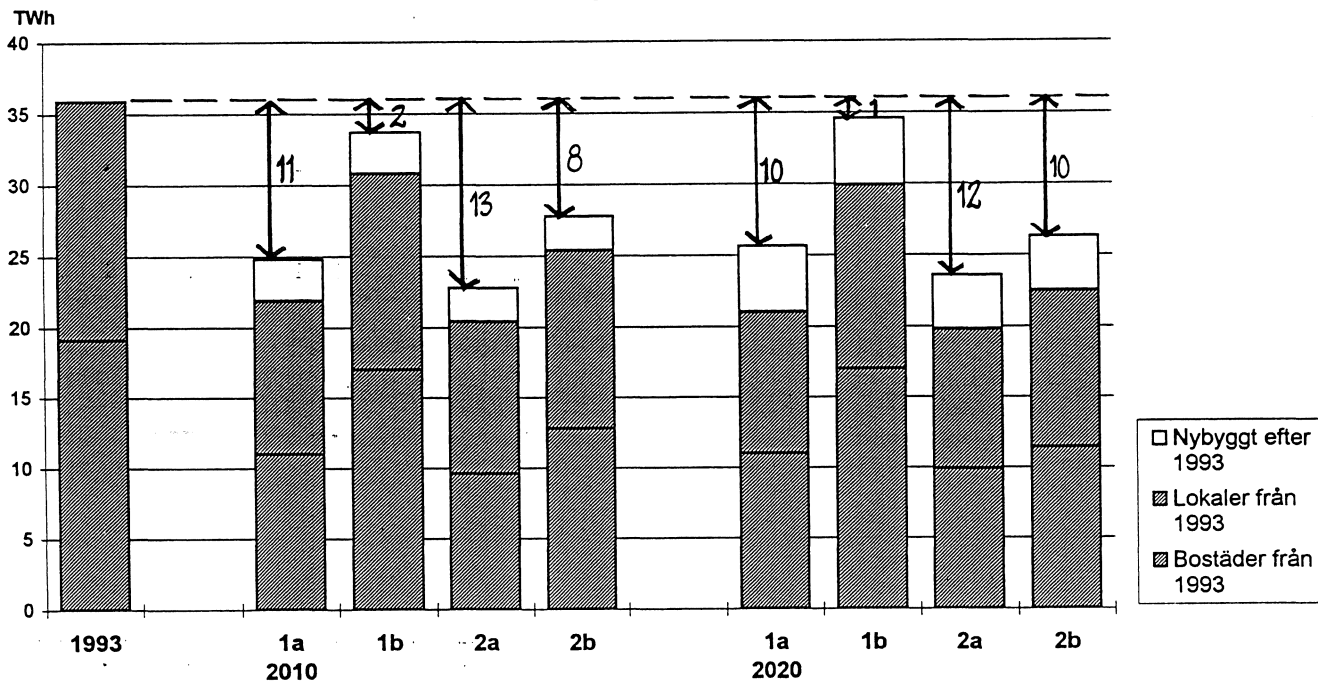
Investeringar för effektivisering och konvertering fram till år 2010, miljarder kronor

	Scenario 3				Scenario 4			
	Fall 1a	Fall 1b	Fall 2a	Fall 2b	Fall 1a	Fall 1b	Fall 2a	Fall 2b
ELANVÄNDNING exkl elvärme								
Hushållsel	20,7	0,5	11,4	4,4	20,7	0,5	11,7	5,2
Fastighetsel i flerb.hus	1,0	0,0	0,9	0,4	0,9	0	0,9	0,6
El i lokaler	6,4	1,6	5,0	2,7	6,4	1,6	6,1	2,9
SUMMA	28,1	2,1	17,3	7,5	28,0	2,1	18,7	8,7
UPPVÄRMNING								
"Sparåtgärder" i bostäder	96	26	110	32	140	34	166	41
"Sparåtgärder" i lokaler	12	3	14	6	19	4	24	13
Konvertering elvärmda småhus	38	5	38	11	38	9	38	13
SUMMA	146	34	162	49	197	47	228	67

Diagrammen på de två nästa sidorna illustrerar effektiviseringsmöjligheterna. I staplarna ingår också nybebyggelse efter 1993, och man ser därmed den totala beräknade nivån på el- och värmeanvändningen 1993, 2010 och 2020.

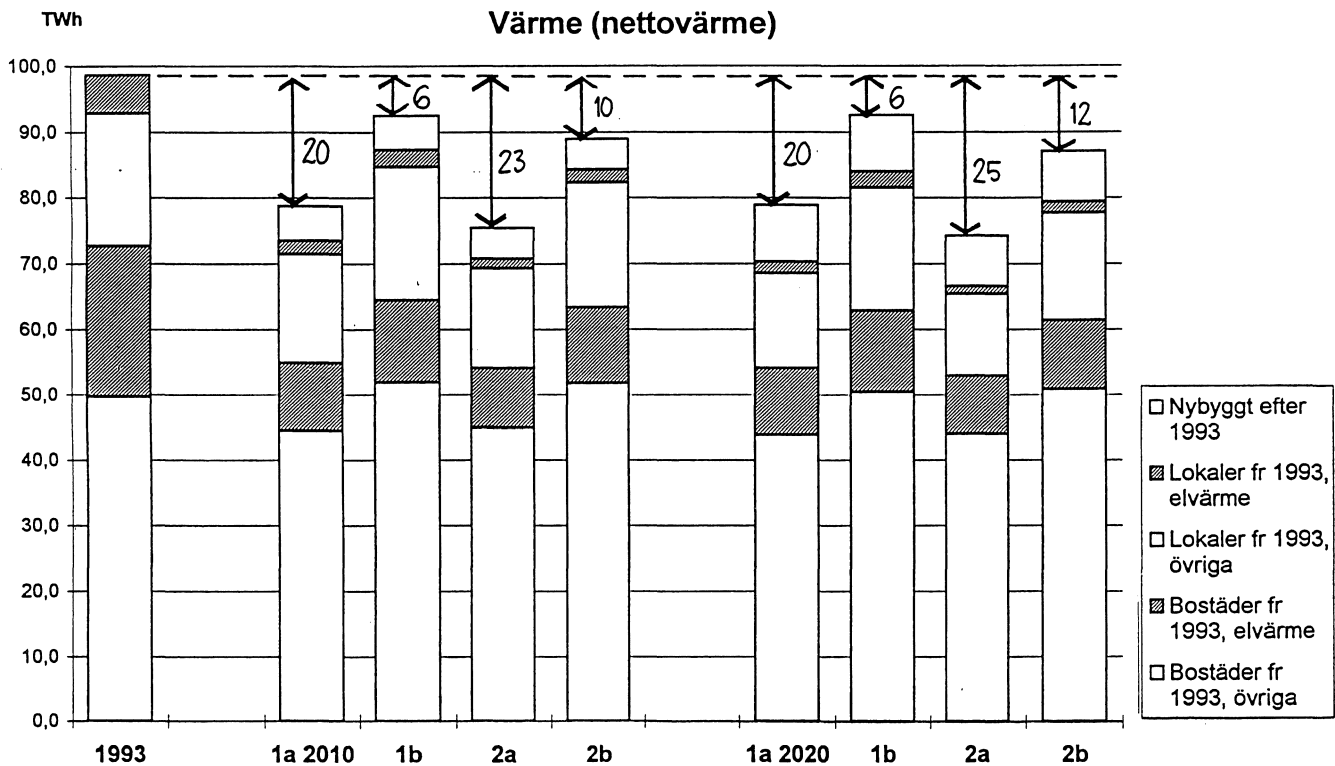
SCENARIO 3

EI till hushåll, fastighetsdrift och lokaler



Investeringar, mdr

	1a	1b	2a	2b	1a	1b	2a	2b
# Hushåll	21	1	11	4	21	1	9	6
# Fastighetsdrift	1	0	1	0	1	0	1	1
# Lokaler	6	2	5	3	8	3	8	6

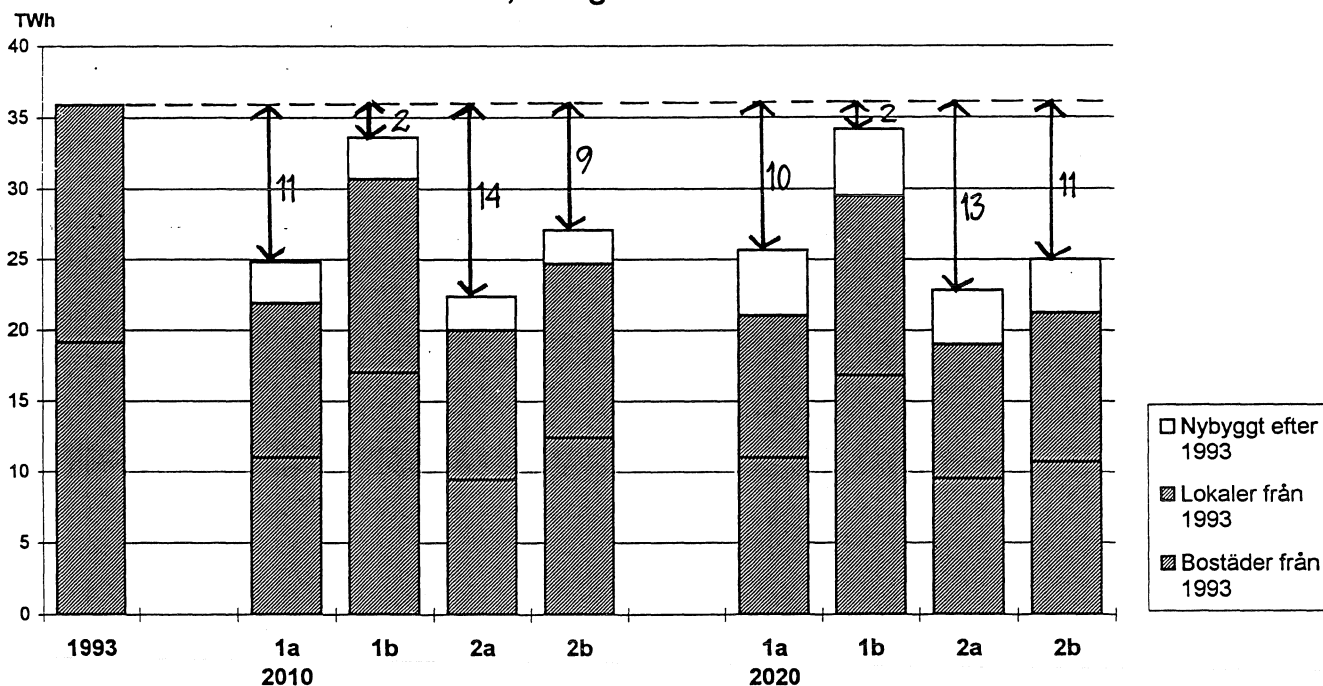


Investeringar sparåtgärder, mdr

	1a	1b	2a	2b	1a	1b	2a	2b
# Bostäder	96	26	110	32	102	33	121	41
# Lokaler	12	3	14	6	13	5	17	9

SCENARIO 4

El till hushåll, fastighetsdrift och lokaler

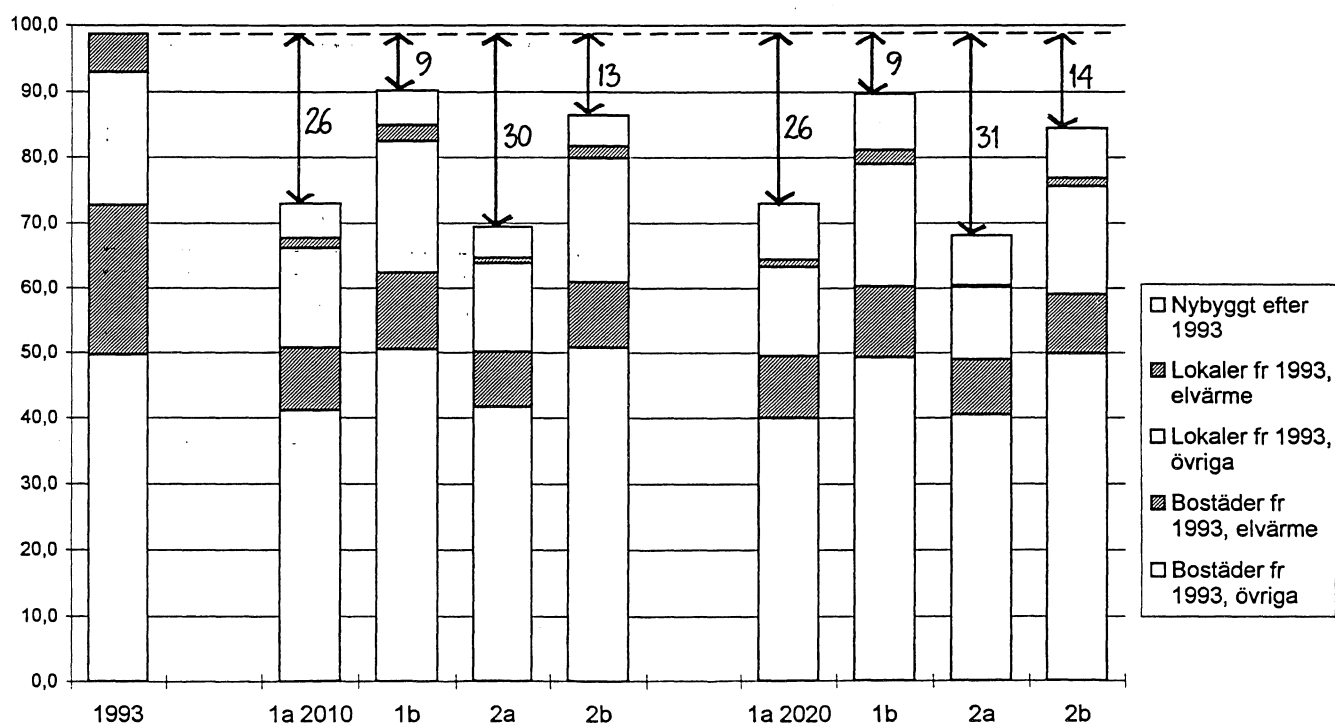


Investeringar, mdr

	1993	1a 2010	1b 2010	2a 2020	2b 2020	1a 2020	1b 2020	2a 2020	2b 2020
# Hushåll	21	1	12	5	21	1	10	7	7
# Fastighetsdrift	1	0	1	1	1	0	1	1	1
# Lokaler	6	2	6	3	8	3	8	6	6

TWh

Värme (nettovärme)



Investeringar sparåtgärder, mdr

	1993	1a 2010	1b 2010	2a 2020	2b 2020	1a 2020	1b 2020	2a 2020	2b 2020
# Bostäder	140	34	166	41	162	46	183	56	56
# Lokaler	19	4	24	13	20	5	26	10	10

2.2 Tabeller med resultat

De följande 8 sidorna redovisar resultaten i tabeller med effektiviseringsmöjligheter (el och värme) och investeringsbelopp. Tabellen ger bostäder respektive lokaler, samt ett blad för varje scenario och för år 2010 respektive 2020.

Underlaget till resultattabellerna redovisas i bilagorna 1-5.

Läsanvisningar beträffande värme

Värmeeffektiviseringen är först, på raderna (A), uttryckt i **nettovärme** (exkl. pannförluster) för att man skall få ett gemensamt mått oavsett vilket uppvärmningssätt huset har.

På tabellraderna (B) har effektiviseringarna räknats om som **tillförd energi** enligt gängse regler, alltså som värmeinnehållet i tillförd olja, mängd levererad fjärrvärme till abonnentcentralen etc. På särskilda rader under (B) ser man därutöver hur de beräknade konverteringarna etc av elvärmade hus minskar elanvändningen och ökar bränsle- eller fjärrvärmeanvändningen, samt hur bättre verkningsgrader vid pannbyte minskar bränsleanvändningen.

Notera att vad gäller tillförd energi under (B) blir det en olikhet mellan hur vi behandlar elvärmade hus respektive andra slag av uppvärmning:

För hus med **elvärm** har vi beräknat alla typer av förändring under perioden -- dels minskningen p.g.a. effektiviseringsåtgärder (tilläggsisolering etc), dels minskningen p.g.a. att man byter bränsle i kombipannan, skaffar värmepump eller fjärrvärmeanslutning flerbostadshus och lokaler (fjärrvärmeanslutning av småhus ingår dock ej).

För **fjärrvärme och bränslen** på raderna (B) har vi beräknat minskningarna p.g.a. effektiviseringsåtgärder, verkningsgradsförbättringar i pannor samt ökning/minskningar av olja och ved genom att de elvärmade husen kör andra bränslen, byter till värmepump eller fjärrvärmeanslutning (exkl. småhus). Däremot ingår inga byten av uppvärmningssätt för de icke elvärmade husen under perioden, utan för dem kvarstår 1993 års fördelning på uppvärmningssätt.

(A)	(A) UPPVÄRMNING SOM NETTOVÄRME (alla uppvärmningssätt)				
	Åtgärder i kvarv. stock från 1993:	72,7	17,8	8,2	
	* Installationsåtgärder		4,3	2,8	
	* Fönsteråtgärder		6,5	2,6	
	* Vindsisolering		2,6	1,6	
	* Väggsisolering		5,2	1,2	
	* Ökat värmebehov pga minskad inemlast		-0,8	0	
(B)	(B) UPPVÄRMNING SOM TILLFÖRD ENERGI	Tillförd 1993	Fall 1a Minsk.	Fall 1b Minsk.	Fall Mir
	El	23,8	13,0	10,8	
	* Minskning gm effektivisering enl (A)		3,8	2,4	
	* Minskning gm konvertering eller bränslebyte		8,8	7,8	
	* Minskning gm fjärrv.ansl. av elvärmade flerb.hus		0,5	0,6	
	Fjärrvärme	23,4	5,9	2,1	
	* Minskning gm effektivisering enl (A)		6,4	2,7	
	* Ändring gm fjärrv.ansl. av elvärmade flerb.hus		-0,5	-0,6	
	Bränslen	38,6	14,1	-0,6	
	* Minskning gm effektivisering enl (A)		11,3	4,7	
	* Minskning gm bättre verkn.grad vid pannbyte		1,2	1,2	
	* Minskning gm konvertering eller br.byte i elvärmade		1,5	1,5	

Energikommissionen - BFR. Översyn sparpotentialer för el och värme										
BOSTÄDER 2010		* Scenario 3 med avveckling till 2010								
	Energianv 1993	FALL 1a Potential till 2010	FALL 1b Potential till 2010	FALL 2a Potential till 2010	FALL 2b Potential till 2010	FALL 1a Investering till 2010	FALL 1b Investering till 2010	FALL 2a Investering till 2010	FALL 2b Investering till 2010	Ökade DoU- kostn 2010 resp.fall
	TWh	TWh	TWh	TWh	TWh	Mdr	Mdr	Mdr	Mkr/år	Mkr/år
HUSHÄLLE OCH FASTIGHETSEL										
Åtgärder i kvarvarande stock från 1993:										
Hushållsel i småhus och flerbostadshus	15,2	6,6	1,1	8,0	4,9	20,7	0,5	11,4	4,4	
* Vitvaror		3,5	1,9	4,5	2,9	6,7	0	7,9	2,4	
* Belysning, hemelektronik, övrigt		3,1	-0,7	3,5	2	14,0	0,5	3,5	2,0	
Fastighetsel i flerbostadshus	3,9	1,5	1,0	1,5	1,4	1,0	0	0,9	0,4	
* Ventilation		0,2	0,1	0,2	0,1	0,5	0	0,5	0,2	
* Belysning		0,2	0,1	0,2	0,2	0,5	0	0,4	0,2	
* Tvättutrustning		1,1	0,9	1,1	1,1	0	0	0	0	
(A) UPPVÄRMNING SOM NETTOVÄRME (alla uppvärmningssätt)										
Åtgärder i kvarv. stock från 1993:	72,7	17,8	8,2	18,6	9,3	96	26	110	32	180 / 62 / 213 / 74
* Installationsåtgärder		4,3	2,8	4,4	2,9	12	5	13	5	
* Fönsteråtgärder		6,5	2,6	6,6	3,5	28	10	29	13	
* Vindsisolering		2,6	1,6	2,6	1,7	14	6	16	7	
* Väggsisolering		5,2	1,2	6,2	1,3	41	6	52	7	
* Ökat värmebehov pga minskad intermlast		-0,8	0	-1,3	-0,2					
(B) UPPVÄRMNING SOM TILLFÖRD ENERGI										
	Tillfört 1993	Fall 1a Minskn.	Fall 1b Minskn.	Fall 2a Minskn.	Fall 2b Minskn.	Fall 1a Investering	Fall 1b Investering	Fall 2a Investering	Fall 2b Investering	Ökade DoU- kostn 2010
El	23,8	13,0	10,8	14,3	11,8					
* Minskning gm effektivisering enl (A)		3,8	2,4	4,0	2,7					
* Minskning gm konvertering eller bränslebyte		8,8	7,8	9,6	8,3	38	5	38	11	
* Minskning gm fjärrv.ansl. av elvärmda flerb.hus		0,5	0,6	0,7	0,8					
Fjärrvärme	23,4	5,9	2,1	6,0	2,2					
* Minskning gm effektivisering enl (A)		6,4	2,7	6,7	3,0					
* Ändring gm fjärrv.ansl. av elvärmda flerb.hus		-0,5	-0,6	-0,7	-0,8					
Bränslen	38,6	14,1	-0,6	15,2	2,2					
* Minskning gm effektivisering enl (A)		11,3	4,7	11,8	5,4					
* Minskning gm bättre verkn.grad vid pannbyte		1,2	1,2	1,8	1,7					
* Minskning gm konvertering eller br.byte i elvärmda		1,5	-6,5	1,7	-4,8					
1995-10-14										

Sc3LOK2010

Energikommissionen - BFR. Översyn sparpotentialer för el och värme										
LOKALER 2010	* Scenario 3 med avveckling till 2010									
	Energianv 1993	FALL 1a Potential till 2010	FALL 1b Potential till 2010	FALL 2a Potential till 2010	FALL 2b Potential till 2010	FALL 1a Investering till 2010	FALL 1b Investering till 2010	FALL 2a Investering till 2010	FALL 2b Investering till 2010	Ökade DoU- kostn 2010 resp.fall
	TWh	TWh	TWh	TWh	TWh	Mdr	Mdr	Mdr	Mdr	Mkr/år
HUSHÅLSEL, DRIFTEL OCH FASTIGHETSEL										
Åtgärder i kvarvarande stock från 1993:										
Driftel, fastighetsel	16,8	5,9	3,0	6,0	4,2	6,4	1,6	5,0	2,7	
* Belysning		3,9	2,5	3,9	2,9	1,6	0	0,8	0,3	
* Ventilation		0,7	0	0,7	0,2	4,4	1,6	4,8	2,3	
* Klimatkyla		0,6	0	0,6	0,3	0	0	0	0	
* Livsmedelkyla		0,4	0,1	0,4	0,3	0,4	0	0,4	0,2	
* Kontorsutrustning mm		0,4	0,4	0,5	0,5	0	0	0	0	
(A) UPPVÄRMNING SOM NETTOVÄRME (alla uppvärmningssätt)										
Åtgärder i kvarv. stock från 1993:	26,0	7,4	3,2	9,3	5,1	11,7	3,4	13,8	6,3	
* Styrning av ventilation, värmeåtervinning		3,7	1,5	4,1	2,2	<i>Investeringarna ingår i ventilation ovan</i>				
* Fönsteråtgärder		2,7	1,0	3,4	1,9	8,0	1,9	10,1	4,4	
* Vägg- och vindsisolering, tätning		1,7	0,9	2,3	1,4	3,1	1,3	3,2	1,6	
* Styrsystem, inreglering		0,5	0,4	0,5	0,4	0,5	0,3	0,5	0,3	
* Ökat värmebehov pga minskad internlast		-1,2	-0,6	-1,2	-0,9					
(B) UPPVÄRMNING SOM TILLFÖRD ENERGI	Tillfört 1993	Fall 1a Minskn.	Fall 1b Minskn.	Fall 2a Minskn.	Fall 2b Minskn.	Fall 1a Investering	Fall 1b Investering	Fall 2a Investering	Fall 2b Investering	Ökade DoU- kostn 2010
El	6,2	3,9	3,3	4,5	4,0					
* Minskning gm effektivisering enl (A)		1,9	0,8	2,4	1,3					
* Minskning gm konvertering eller bränslebyte		1,5	1,8	1,5	1,8					
* Minskning gm fjärrv.anst. av elvärmda lokaler		0,5	0,7	0,7	0,8					
Fjärrvärme	13,4	3,1	0,9	3,9	1,6					
* Minskning gm effektivisering enl (A)		3,6	1,6	4,5	2,5					
* Ändring gm fjärrv.anst. av elvärmda lokaler		-0,5	-0,7	-0,7	-0,8					
Bränslen	9,5	1,8	-0,1	2,8	0,9					
* Minskning gm effektivisering enl (A)		2,9	1,2	3,6	2,0					
* Minskning gm bättre verkn.grad vid pannbyte		0,2	0,2	0,3	0,3					
* Minskning gm konvertering eller br.byte i elvärmda		-1,3	-1,6	-1,1	-1,3					
1995-10-14, rev. 11-08										

Sc3BOST2020

Energikommissionen - BFR. Översyn sparpotentialer för el och värme										
BOSTÄDER 2020		* Scenario 3 med avveckling till 2020								
	Energianv 1993	FALL 1a Potential till 2020	FALL 1b Potential till 2020	FALL 2a Potential till 2020	FALL 2b Potential till 2020	FALL 1a Investering till 2020	FALL 1b Investering till 2020	FALL 2a Investering till 2020	FALL 2b Investering till 2020	Ökade DoU- kostn 2020 resp.fall
	TWh	TWh	TWh	TWh	TWh	Mdr	Mdr	Mdr	Mkr/år	Mkr/år
HUSHÅLSEL OCH FASTIGHETSEL										
Åtgärder i kvarvarande stock från 1993:										
Hushållsel i småhus och flerbostadshus	15,2	6,6	1,1	7,9	6,3	20,7	0,5	9,3	6,2	
* Vitvaror		3,5	1,9	4,5	3,7	6,7	0	5,8	3,5	
* Belysning, hemelektronik, övrigt		3,1	-0,7	3,3	2,6	14,0	0,5	3,5	2,7	
Fastighetsel i flerbostadshus	3,9	1,5	1,0	1,3	1,4	1,0	0	0,9	0,8	
* Ventilation		0,2	0,1	0,2	0,2	0,5	0	0,5	0,4	
* Belysning		0,2	0,1	0,2	0,2	0,5	0	0,4	0,4	
* Tvättutrustning		1,1	0,9	0,9	1,0	0	0	0	0	
(A) UPPVÄRMNING SOM NETTOVÄRME (alla uppvärmningssätt)										
Åtgärder i kvarv. stock från 1993:	72,7	18,6	9,8	19,8	11,3	102	33	121	41	189 / 75 / 249 / 89
* Installationsåtgärder		4,4	2,9	4,8	3,2	12	6	16	6	
* Fönsteråtgärder		6,6	3,7	6,6	4,5	26	13	26	17	
* Vindsisolering		2,6	1,7	2,8	1,9	15	7	18	8	
* Väggsisolering		5,6	1,5	6,5	1,9	49	7	61	10	
* Ökat värmebehov pga minskad interlast		-0,6	0	-1,0	-0,3					
(B) UPPVÄRMNING SOM TILLFÖRD ENERGI										
EI	23,8	13,2	10,9	14,6	12,9					
* Minskning gm effektivisering enl (A)		4,0	2,9	4,3	3,3					
* Minskning gm konvertering eller bränslebyte		8,7	7,5	9,6	8,8	38	7	38	13	
* Minskning gm fjärrv.anst. av elvärmda <u>flerb.hus</u>		0,5	0,6	0,7	0,8					
Fjärrvärme	23,4	6,4	2,7	6,7	3,0					
* Minskning gm effektivisering enl (A)		6,9	3,3	7,3	3,8					
* Ändring gm fjärrv.anst. av elvärmda <u>flerb.hus</u>		-0,5	-0,6	-0,7	-0,8					
Bränslen	38,6	15,3	1,1	16,7	4,1					
* Minskning gm effektivisering enl (A)		11,5	5,5	12,2	6,3					
* Minskning gm bättre verkn.grad vid pannbyte		2,3	2,1	2,8	2,6					
* Minskning gm konvertering eller br.byte i elvärmda		1,5	-6,5	1,7	-4,8					
1995-10-14										

Energikommissionen - BFR. Översyn sparpotentialer för el och värme										
LOKALER 2020	* Scenario 3 med avveckling till 2020									
	Energianv 1993	FALL 1a Potential till 2020	FALL 1b Potential till 2020	FALL 2a Potential till 2020	FALL 2b Potential till 2020	FALL 1a Investering till 2020	FALL 1b Investering till 2020	FALL 2a Investering till 2020	FALL 2b Investering till 2020	Ökade DoU- kostn 2020 resp.fall
	TWh	TWh	TWh	TWh	TWh	Mdr	Mdr	Mdr	Mdr	Mkr/år
HUSHÄLLE, DRIFTEL OCH FASTIGHETSEL										
Åtgärder i kvarvarande stock från 1993:										
Driftel, fastighetsel	16,8	6,8	3,9	6,9	5,7	8,3	3,3	8,1	5,5	
* Belysning		3,9	2,8	3,9	3,4	1,1	0	0,2	0,3	
* Ventilation		1,1	0,3	1,1	0,6	6,9	3,3	7,6	4,9	
* Klimatkyla		0,6	0	0,6	0,5	0	0	0	0	
* Livsmedelskyla		0,4	0,1	0,4	0,4	0,2	0	0,2	0,3	
* Kontorsutrustning mm		0,8	0,8	0,9	0,9	0	0	0	0	
(A) UPPVÄRMNING SOM NETTOVÄRME										
(alla uppvärmningssätt)										
Åtgärder i kvarv. stock från 1993:	26,0	9,8	4,9	12,3	8,0	13,2	4,9	16,6	9,5	
* Styrning av ventilation, värmeåtervinning		5,5	2,7	6,2	4,2	<i>Investeringarna ingår i ventilation ovan</i>				
* Fönstertåtgärder		3,1	1,4	4,0	2,6	9,0	2,9	12,2	7,1	
* Vägg- och vindsisolering, tätning		2,0	1,2	2,9	2,0	3,7	1,7	3,9	2,2	
* Styrsystem, inreglering		0,5	0,4	0,5	0,4	0,5	0,3	0,5	0,3	
* Ökat värmebehov pga minskad internlast		-1,4	-0,8	-1,4	-1,2					
(B) UPPVÄRMNING SOM TILLFÖRD ENERGI	Tillfört 1993	Fall 1a Minskn.	Fall 1b Minskn.	Fall 2a Minskn.	Fall 2b Minskn.	Fall 1a Investering	Fall 1b Investering	Fall 2a Investering	Fall 2b Investering	Ökade DoU- kostn 2020
El	6,2	4,2	3,5	4,8	4,3					
* Minskning gm effektivisering enl (A)		2,4	1,2	3,0	2,0					
* Minskning gm konvertering eller bränslebyte		1,3	1,7	1,2	1,6					
* Minskning gm fjärrv.anst. av elvärmda lokaler		0,5	0,6	0,6	0,7					
Fjärrvärme	13,4	4,5	1,9	5,6	3,3					
* Minskning gm effektivisering enl (A)		4,9	2,5	6,2	4,0					
* Ändring gm fjärrv.anst. av elvärmda lokaler		-0,5	-0,6	-0,6	-0,7					
Bränslen	9,5	3,0	0,8	4,2	2,3					
* Minskning gm effektivisering enl (A)		3,7	1,8	4,6	3,0					
* Minskning gm bättre verkn.grad vid pannbyte		0,5	0,4	0,5	0,5					
* Minskn gm konvertering eller br.byte i elvärmda		-1,1	-1,5	-0,9	-1,2					
1995-10-14										

Energikommissionen - BFR. Översyn sparpotentialer för el och värme										
BOSTÄDER 2010		* Scenario 4 med avveckling till 2010								
	Energilav 1993	FALL 1a Potential till 2010	FALL 1b Potential till 2010	FALL 2a Potential till 2010	FALL 2b Potential till 2010	FALL 1a Investering till 2010	FALL 1b Investering till 2010	FALL 2a Investering till 2010	FALL 2b Investering till 2010	Ökade DoU- kostn 2010 resp.fall
	TWh	TWh	TWh	TWh	TWh	Mdr	Mdr	Mdr	Mkr/år	Mkr/år
HUSHÅLSEL OCH FASTIGHETSEL										
Åtgärder i kvarvarande stock från 1993:										
Hushållsel i småhus och flerbostadshus	15,2	6,6	1,1	8,2	5,2	20,7	0,5	11,7	5,2	
* Vitvaror		3,5	1,9	4,6	3,1	6,7	0,0	8,1	3,1	
* Belysning, hemelektronik, övrigt		3,1	-0,7	3,6	2,1	14,0	0,5	3,6	2,1	
Fastighetsel i flerbostadshus	3,9	1,5	1,0	1,5	1,5	0,9	0	0,9	0,6	
* Ventilation		0,2	0,1	0,2	0,1	0,5	0	0,5	0,2	
* Belysning		0,2	0,1	0,2	0,2	0,5	0	0,4	0,4	
* Tvättutrustning		1,1	0,9	1,1	1,2	0,0	0	0	0,0	
(A) UPPVÄRMNING SOM NETTOVÄRME (alla uppvärmningssätt)										
Åtgärder i kvarv. stock från 1993:	72,7	22,0	10,3	22,6	11,8	140	34	166	41	307 / 75 / 431 / 93
* Installationsåtgärder		5,3	3,2	5,6	3,2	22	6	28	7	
* Fönsteråtgärder		7,2	3,8	7,3	4,4	26	14	26	16	
* Vindsisolering		3,0	1,9	3,2	2,0	20	7	24	8	
* Väggisolering		7,4	1,4	7,8	2,4	72	8	88	11	
* Ökat värmebehov pga minskad internlast		-0,8	0,0	-1,3	-0,2					
(B) UPPVÄRMNING SOM TILLFÖRD ENERGI										
El	23,8	13,9	11,5	15,1	13,3					
* Minskning gm effektivisering enl (A)		4,8	2,9	4,9	3,3					
* Minskning gm konvertering eller bränslebyte		8,7	8,1	9,6	9,2	38	9	38	13	
* Minskning gm fjärrv.anst. av elvärmde flerb.hus		0,4	0,5	0,6	0,8					
Fjärrvärme	23,4	6,9	2,6	6,9	2,9					
* Minskning gm effektivisering enl (A)		7,4	3,2	7,6	3,6					
* Ändring gm fjärrv.anst. av elvärmde flerb.hus		-0,4	-0,5	-0,6	-0,8					
Bränslen	38,6	17,2	0,8	18,2	2,9					
* Minskning gm effektivisering enl (A)		14,6	6,3	15,0	7,2					
* Minskning gm bättre verkn.grad vid pannbyte		1,1	1,1	1,5	1,6					
* Minskning gm konvertering eller br.byte i elvärmde		1,5	-6,6	1,7	-5,9					
1995-10-14										

Sc4LOK2010

Energikommissionen - BFR. Översyn sparpotentialer för el och värme										
LOKALER 2010	* Scenario 4 med avveckling till 2010									
	Energianv 1993	FALL 1a Potential till 2010	FALL 1b Potential till 2010	FALL 2a Potential till 2010	FALL 2b Potential till 2010	FALL 1a Investering till 2010	FALL 1b Investering till 2010	FALL 2a Investering till 2010	FALL 2b Investering till 2010	Ökade DoU- kostn 2010 resp.fall
	TWh	TWh	TWh	TWh	TWh	Mdr	Mdr	Mdr	Mdr	Mkr/år
HUSHÅLLELSE, DRIFTEL OCH FASTIGHETSEL										
Åtgärder i kvarvarande stock från 1993:										
Driftel, fastighetsel	16,8	5,9	3,1	6,2	4,5	6,4	1,6	6,1	2,9	
* Belysning		3,9	2,6	4,0	3,1	1,6	0	0,8	0,3	
* Ventilation		0,7	0,0	0,7	0,2	4,4	1,6	4,9	2,5	
* Klimatkyla		0,6	0	0,6	0,3	0	0	0	0	
* Livsmedelskyla		0,4	0,1	0,4	0,3	0,4	0	0,4	0,2	
* Kontorsutrustning mm		0,4	0,4	0,5	0,5	0	0	0	0	
(A) UPPVÄRMNING SOM NETTOVÄRME (alla uppvärmningssätt)										
Åtgärder i kvarv. stock från 1993:										
	26,0	9,0	3,5	11,4	5,2	19,5	4,0	24,0	12,8	
* Styrning av ventilation, värmeåtervinning		3,7	1,5	4,2	2,2	Investeringarna ingår i ventilation ovan				
* Fönsteråtgärder		3,8	1,1	5,2	1,9	13,6	1,9	18,4	4,4	
* Vägg- och vindsisolering, tätning		2,2	1,1	2,7	1,6	5,3	1,9	5,1	2,1	
* Styrsystem, inreglering		0,5	0,4	0,5	0,4	0,5	0,3	0,5	6,3	
* Ökat värmebehov pga minskad internlast		-1,2	-0,6	-1,2	-1,0					
(B) UPPVÄRMNING SOM TILLFÖRD ENERGI										
	Tillfört 1993	Fall 1a Minskn.	Fall 1b Minskn.	Fall 2a Minskn.	Fall 2b Minskn.	Fall 1a Investering	Fall 1b Investering	Fall 2a Investering	Fall 2b Investering	Ökade DoU- kostn 2010
El	6,2	4,4	3,5	5,1	4,1					
* Minskning gm effektivisering enl (A)		2,5	1,0	3,2	1,5					
* Minskning gm konvertering eller bränslebyte		1,4	1,8	1,3	1,8					
* Minskning gm fjärrv.ansl. av elvärmda lokaler		0,5	0,6	0,6	0,8					
Fjärrvärme	13,4	3,5	0,9	4,4	1,5					
* Minskning gm effektivisering enl (A)		4,0	1,5	5,0	2,3					
* Ändring gm fjärrv.ansl. av elvärmda lokaler		-0,5	-0,6	-0,6	-0,8					
Bränslen	9,5	2,7	0,1	4,0	1,1					
* Minskning gm effektivisering enl (A)		3,7	1,4	4,7	2,1					
* Minskning gm bättre verkn.grad vid pannbyte		0,2	0,2	0,3	0,3					
* Minskning gm konvertering eller br.byte i elvärmda		-1,2	-1,6	-0,9	-1,3					
1995-10-14										

Sc4BOST2020

Energikommissionen - BFR. Översyn sparpotentialer för el och värme										
BOSTÄDER 2020		* Scenario 4 med avveckling till 2020								
	Energianv 1993	FALL 1a Potential till 2020	FALL 1b Potential till 2020	FALL 2a Potential till 2020	FALL 2b Potential till 2020	FALL 1a Investering till 2020	FALL 1b Investering till 2020	FALL 2a Investering till 2020	FALL 2b Investering till 2020	Ökade DoU- kostn 2020 resp.fall
	TWh	TWh	TWh	TWh	TWh	Mdr	Mdr	Mdr	Mkr/år	Mkr/år
HUSHÅLSEL OCH FASTIGHETSEL										
Åtgärder i kvarvarande stock från 1993:										
Hushållsel i småhus och flerbostadshus	15,2	6,6	1,2	8,3	6,9	20,7	0,5	9,8	6,8	
* Vitvaror		3,5	2,0	4,7	4,0	6,7	0,0	6,1	3,9	
* Belysning, hemelektronik, övrigt		3,1	-0,8	3,5	2,9	14,0	0,5	3,7	3,0	
Fastighetsel i flerbostadshus	3,9	1,5	1,1	1,3	1,5	1,0	0	1,0	0,9	
* Ventilation		0,2	0,1	0,2	0,2	0,5	0	0,5	0,4	
* Belysning		0,2	0,1	0,2	0,2	0,5	0	0,5	0,5	
* Tvättutrustning		1,1	0,9	0,9	1,0	0	0	0	0	
(A) UPPVÄRMNING SOM NETTOVÄRME										
(alla uppvärmningssätt)										
Åtgärder i kvarv. stock från 1993:	72,7	23,2	12,4	23,8	13,7	162	46	183	56	414 / 98 / 513 / 114
* Installationsåtgärder		5,6	3,2	6,0	3,2	28	7	34	8	
* Fönsteråtgärder		7,3	4,5	7,3	5,8	26	18	26	22	
* Vindsisolering		3,2	2,0	3,3	2,2	23	8	26	9	
* Väggsisolering		7,7	2,7	8,2	2,8	86	13	97	17	
* Ökat värmebehov pga minskad internlast		-0,6	0	-1,0	-0,3					
(B) UPPVÄRMNING SOM TILLFÖRD ENERGI										
El	23,8	14,0	12,5	15,2	14,3					
* Minskning gm effektivisering enl (A)		4,9	3,5	5,0	3,8					
* Minskning gm konvertering eller bränslebyte		8,7	8,4	9,5	9,8	38	9	38	16	
* Minskning gm fjärrv.anst. av elvärmada flerb.hus		0,4	0,5	0,6	0,7					
Fjärrvärme	23,4	7,7	3,4	7,8	3,7					
* Minskning gm effektivisering enl (A)		8,1	4,0	8,4	4,4					
* Ändring gm fjärrv.anst. av elvärmada flerb.hus		-0,4	-0,5	-0,6	-0,7					
Bränslen	38,6	18,5	2,9	19,5	4,7					
* Minskning gm effektivisering enl (A)		15,0	7,3	15,4	8,2					
* Minskning gm bättre verkn.grad vid pannbyte		2,0	2,0	2,4	2,4					
* Minskning gm konvertering eller br.byte i elvärmada		1,5	-6,5	1,7	-5,9					
1995-10-14										

Sc4LOK2020

Energikommissionen - BFR. Översyn sparpotentialer för el och värme										
LOKALER 2020	* Scenario 4 med avveckling till 2020									
	Energianv 1993	FALL 1a Potential till 2020	FALL 1b Potential till 2020	FALL 2a Potential till 2020	FALL 2b Potential till 2020	FALL 1a Investering till 2020	FALL 1b Investering till 2020	FALL 2a Investering till 2020	FALL 2b Investering till 2020	Ökade DoU- kostn 2020 resp.fall
	TWh	TWh	TWh	TWh	TWh	Mdr	Mdr	Mdr	Mdr	Mkr/år
HUSHÄLLELSE, DRIFTEL OCH FASTIGHETSEL										
Åtgärder i kvarvarande stock från 1993:										
Driftel, fastighetsel	16,8	6,8	4,1	7,3	6,3	8,3	3,3	8,3	5,8	
* Belysning		3,9	2,9	4,1	3,7	1,1	0	0,2	0,3	
* Ventilation		1,1	0,3	1,2	0,7	6,9	3,3	7,8	5,2	
* Klimatkyla		0,6	0	0,6	0,6	0	0	0	0	
* Livsmedelskyla		0,4	0,1	0,4	0,4	0,2	0	0,2	0,3	
* Kontorsutrustning mm		0,8	0,8	0,9	0,9	0	0	0	0	
(A) UPPVÄRMNING SOM NETTOVÄRME (alla uppvärmningssätt)										
Åtgärder i kvarv. stock från 1993:										
	26,0	11,1	5,2	14,5	8,2	19,5	5,4	26,1	9,9	
* Styrning av ventilation, värmeåtervinning		5,5	2,7	6,2	4,2	<i>Investeringarna ingår i ventilation ovan</i>				
* Fönsteråtgärder		4,0	1,5	5,9	2,8	13,3	2,9	20,1	7,1	
* Vägg- och vindsisolering, tätning		2,5	1,4	3,3	2,1	5,7	2,2	5,5	2,6	
* Styrsystem, inreglering		0,5	0,4	0,5	0,4	0,5	0,3	0,5	0,3	
* Ökat värmebehov pga minskad internlast		-1,4	-0,8	-1,5	-1,3					
(B) UPPVÄRMNING SOM TILLFÖRD ENERGI										
	Tillfört 1993	Fall 1a Minskn.	Fall 1b Minskn.	Fall 2a Minskn.	Fall 2b Minskn.	Fall 1a Investering	Fall 1b Investering	Fall 2a Investering	Fall 2b Investering	Ökade DoU- kostn 2020
El	6,2	4,9	3,8	5,7	4,7					
* Minskning gm effektivisering enl (A)		3,2	1,5	4,2	2,4					
* Minskning gm konvertering eller bränslebyte		1,2	1,7	1,0	1,6					
* Minskning gm fjärrv.ansl. av elvärmda lokaler		0,4	0,6	0,5	0,7					
Fjärrvärme	13,4	4,5	1,7	6,0	2,9					
* Minskning gm effektivisering enl (A)		4,9	2,3	6,5	3,7					
* Ändring gm fjärrv.ansl. av elvärmda lokaler		-0,4	-0,6	-0,5	-0,7					
Bränslen	9,5	3,7	1,0	5,3	2,5					
* Minskning gm effektivisering enl (A)		4,4	2,1	5,7	3,2					
* Minskning gm bättre verkn.grad vid pannbyte		0,4	0,4	0,3	0,4					
* Minskning gm konvertering eller br.byte i elvärmda		-1,0	-1,4	-0,7	-1,1					
1995-10-14										

2.3 Kommentarer elanvändning

Hushållsel, fastighetsdrift och lokaler

Alla besparingseffekter vad gäller el till hushållsel, fastighetsdrift och lokaler uppkommer i samband med att befintliga apparater och installationer ändå skall bytas. Detta med undantag av effektivare belysningskällor i hushållen, en åtgärd som kan motiveras och genomförs fritt från utbytestillfället. Den övervägande delen av potentialen i hushållen uppstår redan vid utbytet av stockens apparater till nya apparater med prestanda som de i affärerna.

Vi bedömer att den teknisk-ekonomiska hushållningspotentialen med **Fall 1 Dagens teknik** för hushållsel och driftel i lokaler år 2010 uppgår till 14 TWh jämfört med 1993 års elanvändning. Detta gäller den befintliga bebyggelsen, **scenario 3** och till en merinvestering på 26 Mdr kronor. Merinvesteringen är i detta alternativ beräknad utöver de investeringar som ändå uppkommer i samband med apparatutbyte och om man väljer idag normal standard. För **scenario 4** med ett något högre elpris erhålles samma teknisk-ekonomiska potential som för scenario 3. De bästa apparaterna på marknaden idag går att motivera ekonomiskt i båda alternativen.

För **Fall 2 Morgondagens teknik**, där hänsyn tagits till fortsatta teknikförbättringar och pris-prestandautvecklingar ökar potentialen enligt ovan med 1,6 TWh medan merinvesteringen istället minskar till 16 Mdr kronor. Den större potentialen har påverkats speciellt av områden under snabb teknisk utveckling, som t ex belysning och hemelektronik. Den stora minskningen i merinvestering baseras på bedömningen att kostnaderna för lysrörslampor jämfört med glödlampor kommer sjunka påtagligt de närmaste 10 - 15 åren, liksom att energieffektiva elektroniska spänningsomvandlare i hemelektroniken blir standard.

När vi beaktar potentialens genomslagskraft, eller bedömd effektivisering som faktiskt genomförs (Fall b) blir skillnaden påfallande stor mellan alternativet "dagens teknik" med en effektivisering på 5 TWh och "morgondagens teknik" med drygt 10 TWh. Detta förutsätter fortsatt marknadspåverkan genom olika programaktiviteter, fortsatt teknikupphandling, utbildnings- och rådgivningsinsatser mm. Merinvesteringen sjunker till endast 1 Mdr kronor i alternativet "dagens teknik". Förklaringen är att merinvesteringen jämförs med just kostnaden för den genomsnittliga apparaten som köps och den effektivisering som därmed spontant uppstår. Detta gäller apparater och installationer som köps av andra skäl än att just spara energi. I det programpåverkade alternativet "morgondagens teknik" har merinvesteringen beaktats för alla apparater och åtgärder som sparar mer energi än vad det spontana valet ger. Merinvesteringen hamnar då på nivån 6 Mdr kronor.

Skillnaden i utfall mellan år 2010 och år 2020 är ganska måttlig, 0,5 - 1 TWh, eftersom nästan alla apparater och merparten av alla installationer ändå har hunnit bytas ut till dagens teknik redan till år 2010. Undantaget gäller bedömningen av genomförd effektivisering i alternativet "morgondagens teknik" där effektiviseringen ökar med 3 TWh från 2010 till år 2020.

Scenario 4, med ca 30% högre elpris, bedöms främst få en viss betydelse för faktiskt genomförda besparingar till år 2020 -- en ökning med 10%.

I angivna potentialer för hushåll har hänsyn tagits till **apparattillväxt**. Det innebär också att angivna potentialer som utgör en skillnad jämfört med elanvändningen 1993 är mindre än den *besparing* som genomförs jämfört med aktuellt analysår. Den största skillnaden mellan

besparing och potential gäller för hemelektronik, men har betydelse även för andra apparatgrupper. För t.ex matförvaring är *besparingen* 0,5 TWh större till 2010 än den i tabellen angivna potentialen och totalt för hushållsel är besparingen 2,2 TWh större än potentialen.

Kunskaper om marginalinvestering för marginalbesparingar ges inte genom att jämföra kostnader och besparingar i de olika alternativen i tabellerna, men har redovisats i bilagorna. För el i lokaler redovisas en **specifik investeringskostnad** på 1,20 kr/kWh årligen sparad energi. För hushållsel är den specifika investeringskostnaden 1,80 kr/kWh årligen sparad energi.

Elvärmda småhus

Den **teknisk-ekonomiska** energihushållningspotentialen (Fall a) baseras på att alla småhus väljer det ekonomiskt bästa alternativet. I de rent elvärmda småhusen pekar analysen på en komplettering till värmepump i samband med byte av varmvattenberedare/elpanna. Vi har här bortsett från alternativet att elda fastbränsle då detta sannolikt är en mindre attraktiv åtgärd och inte generellt kan införas. Småhus med kombipanna kan antingen komplettera med en värmepump eller helt gå över till olja/ved vid högre elpriser. Värmepumpslösningen ger dock lägsta totalkostnaden. För mindre energikrävande småhus med kombipannor ger kombinationen värmepump-elspets lägst kostnad vid låga till medelhöga elpriser. En total övergång till värmepump med elspets ökar elanvändningen i detta segment, men minskar bränsleanvändningen. Slutresultatet för dagens elvärmda småhusbestånd blir en minskad elanvändning på 8 TWh och en minskad bränsleanvändning på nära 2 TWh mot en merinvestering på 38 Mdr kronor.

Samma resultat erhålls för elpriser inom intervallet 65 till 90 öre/kWh (kundpris exkl moms), dvs både för scenario 3 och 4 och oavsett år 2010 eller år 2020.

Vad gäller **genomförd hushållning/konvertering** (Fall b) har acceptansen för värmepumpsinstallationerna bedömts utifrån åtgärdens återbetalningstid. Denna varierar mellan 3 och 7 år i de rent elvärmda småhusen beroende på husets värmeförbrukning och elprisnivå. Elminskningen med Fall 1 Dagens teknik bedöms vara 7 TWh, men det mesta av detta är minskad elanvändning i kombipannor som helt går över till bränsle. Småhus med kombipannor har längre återbetalningstider för värmepumpar eftersom bränslealternativ finns. Den låga acceptansen för värmepumpar ger här lägre elanvändning än med värmepumpar, men istället en kraftigt ökad bränsleanvändning.

Med Fall 2 Morgondagens teknik ökar andelen småhus med värmepumpar ytterligare, vilket minskar elanvändningen och bränsleanvändningen. Inte så mycket för teknikutvecklingen, eftersom de nyligen teknikupphandlade värmepumparna ingår i bägge alternativen, men mer för att andra marknadspåverkande insatser kan ingå. Skillnaden mellan 2010 och 2020 är inte så stor då åtgärderna är mycket elpriskänsliga och samma elprisbild erhålls oavsett om avvecklingen sker till 2010 eller 2020.

Högt elpris, Scenario 4, påverkar lönsamheten och acceptansen i de helt elvärmda småhusen. Detta ger ytterligare någon TWh lägre elanvändning i det programpåverkade alternativet. Vid så höga elpriser kan en viss ökad vedeldning i kaminer/kakelugnar också förväntas, här uppskattat till ca 0,5 TWh minskad elanvändning.

Marginalkostnaden per sparad kilowattimme framgår inte så tydligt eftersom även driftändring i kombipannor till ved/olja ingår. För de rent elvärmda småhusen redovisas en **specifik investeringskostnad** på 3,70 kr/kWh (se ytterligare data i Bilaga 3).

Elvärmda flerbostadshus och lokaler

El till uppvärmning 1993 uppgår enligt kommissionens siffror till 2,6 TWh för flerbostadshus (varav 1,0 TWh direktel), och 6,2 TWh för lokaler (2,5 TWh direktel), totalt 8,8 TWh. Vi har gjort följande bedömning av hur elvärmens kan väntas minska:

En viss andel av husen med vattenburna system ligger så belägna, att fjärrvärmeanslutning är sannolik (källa: värmetätheter i databasen Masterfile). Totalt bedöms 0,7 TWh elvärme försvinna genom fjärrvärmeanslutning i Fall 1 och 1,4 TWh i Fall 2. El i kombipannor ersätts med bränslen utom på sommaren, minskning 1,7 resp. 1,3 TWh. Elvärmebatterier i ventilationsaggregat kan vara lönsamma att ersätta med vattenvärmebatterier i samband med stora ventilationsombyggnader, vilket kan ge ca 0,7 TWh elminskning. Direktverkande el i flerbostadshus och lokaler bedöms alltför dyrt att ersätta med vattenburet system, även i samband med större ombyggnader, och i stort sett ingen elminskningspotential beräknas för direktelen.

Sammantaget har vi bedömt en elminskning i Fall 1 Dagens teknik på 1,0 TWh i flerbostadshus och 2,1 TWh i lokaler. Motsvarande i Fall 2 är 1,1 och 2,3 TWh.

2.4 Värmehushållning i bostäder

Bestämningen av potentialen för värmeåtgärder i bostadsbeståndet utgår från beräkningar på enskild husnivå med hjälp av de bägge omfattande statistiska undersökningarna av bostadsbeståndet ERBOL respektive ELIB. Beräkningarna har skett med den av Bengt Dahlgren AB utvecklade och i dessa sammanhang sedan början av 1980-talet använda MSA-modellen (MiniSystemAnalys). Potentialbedömningarna på nationell nivå har erhållits genom uppskalning.

Vi bedömer att den tekniskt-ekonomiska energihushållningspotentialen år 2010 uppgår till ca 19 TWh (netto) vid **scenario 3** till en investeringskostnad på ca 100 Mdr kronor. Detta motsvarar en **specifik investeringskostnad** på drygt 5 kr/kWh_{netto}.

För **scenario 4** med en något större real energiprisökning, bedöms potentialen enligt ovan öka med ca 4 TWh medan investeringskostnaden ökar med ca 60 Mdr kronor. Denna ökning orsakas av att fler åtgärder blir lönsamma. Detta påverkar främst kapitalintensiva åtgärder av typ fasadåtgärder etc, då flertalet av de billigare installationstekniska åtgärderna redan finns beaktade vid scenario 3. Den **specifika investeringskostnaden** i detta fall motsvarar ca 7 kr/kWh_{netto}.

Ovannämnda potentialbedömningar avser **dagens teknik** (Fall 1). **Morgondagens teknik** (Fall 2) bedöms innebära att produkter/system och metoder i första hand kommer att bli något billigare än idag och att hushållningseffekterna genom forskning, utveckling, teknikupphandling etc kan ökas. Ökningen i jämförelse med dagens teknik bedömer vi dock som måttlig och stannar på ca 2 TWh.

Vad som verkligen bedöms bli **genomförd hushållning**, beror på vilken genomslagskraft/acceptans det finns på marknaden. Denna bedöms vara något högre för morgondagens teknik än med dagens, främst beroende på att vi antagit att staten ökar sina satsningar på forskning och utveckling liksom på teknikupphandling etc inom området. Vi bedömer marknads respons på detta som positiv och att den tolkar detta som att området verkligen är prioriterat.

I övrigt ser vi för närvarande inga revolutionerande **tekniska** genombrott inom området värmehushållning. Möjligen att åtgärderna blir mer kostnadseffektiva, vilket tillsammans med ökad kunskap via informationsinsatser mm ger ökad genomslagskraft/acceptans. Här finns mycket kvar att göra!

Vad beträffar **genomförd hushållning (Fall b)**, bedömer vi utifrån ovanstående resonemang och analys av genomförd hushållning under den gångna 10-årsperioden, att den kommer att ligga på mellan 8 - 14 TWh netto. Det lägre värdet avser år 2010 och scenario 3 med dagens teknik medan det högre värdet avser år 2020 och scenario 4 med morgondagens teknik.

I dessa våra bedömningar har vi antagit att den största andelen av potentialen har uppnåtts fram till år 2010. Därefter bedömer vi att potentialkurvan delvis planar ut.

Hur stor andel av hushållningen som bedöms bli genomförd i samband med ombyggnad, utbyte etc respektive i form av renodlade energihushållningsåtgärder är svårt att med säkerhet uttala sig om. Efter en analys av de **teknisk-ekonomiska** potentialerna, har vi bedömt att denna fördelning i utgångsläget (dagens teknik, scenario 3 och år 2010) är av storleksordningen 50 / 50%. Vi bedömer inte att ovan redovisade parametrar som ändrad tidpunkt från år 2010 till år 2020, scenario 4 i stället för scenario 3 etc väsentligt påverkar detta förhållande.

Med **investeringskostnader** avser vi här den fulla kostnaden när åtgärden genomförs av enbart energihushållningsskäl medan den vid ombyggnad etc avser merkostnaden för själva hushållningsdelen (Jfr tilläggsisolering av en fasad, där vi i investeringskostnaden lagt kostnader för själva isoleringen, erforderligt regelverk, del av ställningskostnad etc). Detta är således samma synsätt som tillämpats sedan början av 1980-talet i samband med omprövning av tidigare energisparplaner, ENERGI85, Energi i byggd miljö, nyckeltalsutredningen etc.

2.5 Värmehushållning i lokaler

Beräkningarna baseras på den statistiska beskrivning av landets lokaler som tidigare utförts i den s.k. STIL-studien inom Uppdrag 2000. Beräkningar av energibalanser och åtgärds paket är gjorda med beräkningsprogrammet ERÅD.

Värmebehovet (netto) i lokalerna beräknas, med kommissionens definitioner, vara 26 TWh år 1993. Med förutsättningarna i Scenario 3 beräknas den teknisk-ekonomiska potentialen (Fall 1a) till år 2010 vara drygt 7 TWh. Närmare 2 TWh av värmebesparingen uppnås genom anpassade (kortare) driftstider och minskade flöden i ventilationen. Investeringarna för detta har redan behandlats under elåtgärder i kap.2.3. Övriga viktigare åtgärder är installation av värmeåtervinning (där det inte redan finns) i samband med större ombyggnad, tilläggsisolering av ytterväggar och fönsterbyten både i samband med större renovering

och som fristående åtgärd, samt bättre styrsystem. Investeringarna för värmeåtgärder till 2010 har beräknats till drygt 13 Mdr kronor, motsvarande en specifik merinvestering på drygt 2 kr/sparad årlig kWh.

Ungefär hälften av potentialen finns i värmeåtgärder vid ombyggnad, resten är fristående rena "energiparåtgärder". Vid ombyggnad får man en del av energieffektiviseringen "på köpet", och merinvesteringen är då ca 1,6 kr/kWh, mot 2,6 kr/kWh för fristående energiparåtgärder.

I Scenario 4 med högre energipriser ökar potentialen till 9 TWh/år, specifik merinvestering blir ca 2,5 kr/kWh. De fristående dyra åtgärderna (fönster, ytterväggsisolering) blir fler, medan ombyggnadstakten inte antas påverkas nämnvärt.

Ovanstående avser Fall 1 Dagens teknik. Fall 2 Morgondagens teknik antas bl.a. innebära billigare/effektivare energifönster och tilläggsisolering, och den teknisk-ekonomiska potentialen ökar från drygt 7 till drygt 9 TWh år 2010, med merinvestering knappt 2 kr/sparad årlig kWh. Ökningen beror också på att renoveringstakten i Fall 2 antas öka genom statliga åtgärder och bättre information om hur renoveringstillfället tas tillvara för lönsamma energiåtgärder.

Vad som verkligen blir genomfört av den teoretiska, teknisk-ekonomiska potentialen har beräknats/bedömts utifrån en genomräkning av husen med lönsamhetskravet 4 års rak payoff för privata ägare. Detta antas, enligt genomförda utredningar, återspegla husägarnas verkliga bedömning och beslut. Dessutom har potentialen reducerats ytterligare, eftersom vissa husägare överhuvudtaget inte överväger att räkna på några åtgärder. Potentialen minskar till mellan 3 och 5 TWh år 2010.

2.6 Förbättrade verkningsgrader

Flertalet pannor hinner bytas ut till 2010 och 2020. Vi har antagit att pannverkningsgraderna i samband med utbyten förbättras enligt nedan. För nuläget 1993 är verkningsgraderna anpassade så att de stämmer med kommissionens netto- och bruttosiffror. Takten i förbättringen av verkningsgrader bygger på material från Nutek Analys.

Typ av panna	1993	2010 Fall 1	2010 Fall 2	2020 Fall 1	2020 Fall 2
Bostäder					
* olja	72%	78%	80%	83%	85%
* ved	59%	63%	66%	67%	70%
Lokaler					
* olja	74%	78%	80%	83%	85%

Detta är värden för Fallen a, med val av optimal teknik. I Fallen b, verkligt genomförda åtgärder, antas verkningsgradsförbättringen vara tre fjärdedelar av den i Fallen a.

Bilaga 1

Besparingspotentialer och merinvesteringar i Hushållens elanvändning

Underlagsmaterial till sekretariatet för Energikommissionen

Oktober 1995

**Eje Sandberg
ESAN Energi AB**

Innehåll

	Sida
1. Matförvaring	2
1.1 Dagens teknik (DT)	2
1.2 Morgondagens teknik	4
2. Disk, tvätt, tork i hushåll	5
2.1 Dagens teknik (DT)	5
2.2 Morgondagens teknik	6
3. Spis, belysning, pumpar	7
3.1 Dagens teknik (DT)	7
3.2 Morgondagens teknik (DT)	8
4. Driftel i flerbostadshus	9
4.1 Dagens teknik (DT)	9
4.2 Morgondagens teknik (DT)	12
5. Resultat	13
6. Nya hushåll	14
7. Scenario 4.	14
8. Marginalkostnad	15
9. Spillvärmeeffekter	16
10. Referenser	17

Hushållsel

Elanvändningen i hushåll (exl elvärme) beräknad på dagens stock och med dagens teknik, men med hänsyn till ökad apparattäckning redovisas i tabell 1. Underlag från NUTEKS potentialrapport (ref 1), men korrigerad med avseende på den totala elanvändningen, för bättre överensstämmelse med EK-sekretariatets sammanställningar.

TWh	1991	1999	2005	2010	2015	2020
Matförvaring	4,86	5,10	5,35	5,35	5,35	5,35
Disk	0,86	1,00	1,06	1,11	1,16	1,21
Tvättmaskiner	0,57	0,60	0,61	0,62	0,64	0,65
Torkskåp	0,10	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17
Torktumlare	0,33	0,41	0,44	0,48	0,51	0,55
Elspis	1,56	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60
Mikro bosp.	-0,08	-0,11	-0,12	-0,12	-0,13	-0,14
Belysning	2,99	2,99	2,99	2,99	2,99	2,99
Hemelektronik	1,54	1,95	2,18	2,40	2,63	2,86
Cirk.pumpar	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74
Övrigt	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75
Ventilation Flbh	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69
Belysn Flbh	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
Tvättstuga	1,39	1,29	1,24	1,19	1,14	1,09
Summa	18,99	19,83	20,37	20,66	20,93	21,21

Tabell 1. Utvecklingen till år 2020 för befintliga hushåll om elåtgången för befintliga apparater inte hade förbättrats. Hänsyn har tagits till ökad apparattäckning.

1. Matförvaring

1.1 Dagens teknik (DT)

Här har för den spontana utvecklingen inte hänsyn tagits till ytterligare produktutveckling, annat än redan genomförda teknikupphandlingar. Åtgångstal (kWh/år) för befintliga apparater i hushållen och dito bästa (medelvärde för gruppen de bästa) är;

(kWh/apparat)	Stock	Bästa	Besp (%)	Acc (%)	Acc-20 (%)
DT, Sc 3					
Kyl;	383	138	0,64	0,52	0,52
Kyl/frys;	725	403	0,44	0,65	0,65
Frys-skåp;	720	288	0,60	0,62	0,62
Medel	609	276	0,56	0,60	0,60

Tabell 2. Besparing i förhållande till stockens apparater, samt bedömd acceptans (Acc) fram till år 2010 respektive 2020 (Acc-20).

Energibesparing jämförs med stockens apparater.

Utbytestakten antages lika med livslängden, ca 15 år.

Acceptansen ansätts så att besparingen vid utbyte motsvarar dagens medelprestanda. Hänsyn tas alltså inte till att apparaterna succesivt blir bättre i den spontana utvecklingen. Eftersom alla apparater hunnit bli utbytta redan till år 2010, blir i detta fall åtgångstalen för stocken lika även för år 2020.

Merkostnaden för dagens bästa maskiner (medelvärde för de som uppfyller kraven enligt Eloff Strömsnål) jämfört med en ny medelmaskin är i genomsnitt 4 kr/kWh. Merkostnaden jämfors med medelapparaten för nya skåp eftersom vi inte vet vad ett nytt skåp som inte längre finns på marknaden skulle kostat. Sambandet pris och energiåtgång är dock ganska otydligt, med en mycket stor variation i apparatpris (1:2) även för apparater med samma åtgångstal. Här angiven medelpris utgör medelpriset för 10 - 20 apparater i den minsta gruppen.

I alternativet med dagens teknik ansätts samma pris och prestanda som idag för hela perioden fram till år 2010 resp 2020. Merkostnaden beräknas på den extra besparing som anges utöver den besparing som svarar mot den bedömda spontana utvecklingen. Merkostnad 2, dvs merkostnaden för dagens medelapparat är däremot noll kronor eftersom denna merkostnad jämförs med just medelapparaten.

Underlag vad gäller stockens åtgångstal har hämtats ut rapporten Eff.

Den tekniska potentialen år 2020 blir samma som för 2010 med dagens teknik, liksom acceptansen eftersom alla apparater redan antagits blivit utbytta till 2010

1.2 Alternativet "morgondagens teknik"

Här har hänsyn tagits till dels den fortsatta spontana effektivitets-utvecklingen genom ytterligare produktutveckling och dels i kommande teknikupphandlingar. Den viktigaste åtgärden är övergång till vacuumpaneler, en idag verifierad teknik, men ännu inte i kommersiell produktion och nära 40% effektivare än den nu effektivaste apparaten (verifierat i mätningar). Möjlig kommersiell produktion efter år 2000. I steget därefter kan även helvakumisolering övervägas, men det finns inte beräkningsunderlag för att ta hänsyn till då möjlig effektivisering. Även kylteknik i halvledare har diskuterats (Ny Teknik) men kan antagas ligga mycket långt fram i tiden.

Vacumpaneletekniken innebär förmodligen en ökad kostnadsnivå för isoleringen, även i ett kommersiellt skede med industriell framställning av isoleringen (sker inte idag). Systemmässigt skulle dock den bättre isoleringen möjliggöra en väsentligt mindre kompressor (finns inte idag i produktion), förångare och kondensatorer. Om därmed totalkostnaden blir högre eller lägre vet vi inte. Vidare vinnes högre

förvaringsvolym per skåp. Etableringen av tekniken skulle kunna tidigareläggas avsevärt med teknikupphandling gemensamt med andra europeiska länder.

Acceptansen ansätts i detta alternativ så att i tidigare utredningar (ref 1) bedömda åtgångstal för stocken faller ut för år 2010 och 2020. Det betyder att i detta alternativ även hänsyn tagits till påverkan från energideklarationer, Eloff Strömsnål-kampanjer och energinormer, där de sämsta apparaterna tas bort från utbudet.

Merkostnaden för dagens effektivare skåp, ca 4 kr/kWh kan uppskattas sjunka succesivt vartefter dessa skåp blir den gänse produktionstekniken och dagens utvecklingskostnader och kostnader för omställning av produktionsutrustningen har betalats av. Ett rimligt antagande kan vara att denna merkostnad på 17 år har sjunkit till nära noll och att skåpen därmed i genomsnitt har en merkostnad på ca 2 kr/kWh jfr nmmed dagens genomsnittsskåp. Efter år 200 tillkommer också en ökande andel av vacuumpanelisolerade skåp. Eftersom man i tillverkarledet (Elektrolux) har tagit fram en prototyp för en vacuumpanelisolerad produkt redan 1991, bör den också vila på en produktionskostnadskalkyl som tillverkarna själva ser som realistisk och genomförbar. Det är därför rimligt att en sådan produkt inte får ge längre återbetalning för kunden än 4 år för att överhuvudtaget vara säljbar, dvs ca 500 kr mer än dagens bästa under dess introduktionsskede, t ex de första 5 åren. Därmed kan merkostnaden i alternativet "morgondagens teknik" uppskattas till ca 3 kr/kWh under perioden fram till år 2010 och 1,50 kr/kWh under perioden fram till 2020, eftersom då aktuella apparater installeras under perioden 2005 till 2020. Merkostnaden är här definierad som merkostnad för besparing utöver motsvarande besparing i alternativet med dagens teknik.

(kWh/apparat)	Stock	Bästa	Besp (%)	Acc-ef (%)	Acc-20 (%)
Kyl;	383	138	0,64	0,79	1,05
Kyl/frys;	725	253	0,65	0,67	0,92
Frys-skåp;	720	172	0,76	0,6	0,85
Medel	609	188	0,68	0,69	0,94

Tabell 3. Bedömd acceptans fram till år 2010 resp 2020 (Acc-20). Alternativet "morgondagens teknik"

2. Disk, tvätt, tork i hushåll

2.1 Dagens teknik (DT)

(kWh/apparat) (kr/hushåll)	Stock	Bästa	Besp (%)	Merk 1	Acc (%)	Merk2	Acc-20 (%)	Merk 3
Disk;	550	122	78	384	68	0	68	0
Tvätt;	185	104	44	0	57	0	57	0
Torkskåp	423	270	36	0	100	0	100	0
Tumlare;	327	131	60	0	87	0	87	0

Tabell 4 Uppskattad merinvestering ("Merk") för bästa apparat jämfört med ny medelapparat, besparing i förhållande till stockens apparater, samt bedömd acceptans fram till år 2010 . Alternativet "dagens teknik".

Underlag vad gäller stockens åtgångstal och bästa nya apparater har hämtats ut rapporten Eff. Användningsnivån har viktats för småhus och flerbostadshus. Tvättvolym 385 kg tvätt per år.

Åtgångstalen för torkning minskar till stor del för att restfukthalten minskar med ökade centrifugeringsvarvtal på tvättmaskinerna. Skillnaden mellan gruppen den bästa och medelapparat är mycket liten för torktumlare, endast 12,5%. Någon prisskillnad mellan dessa grupper finns inte och kan förklaras av de också har något olika kapacitet.

Gruppen bästa diskmaskin är ca 43% bättre än medelmaskinen och kostar i genomsnitt 480 kr mer, eller 3,60 kr/kWh (exkl moms) för en kallvattenansluten diskmaskin. I tabellerna är merkostnaden uträknat för den bästa maskinen jämfört med en genomsnittsmaskin och med hänsyn till att en stor andel av diskmaskinerna är varmvattenanslutna. Merinvesteringen blir då 7,40 kr/kWh insparad el. Dessa maskiner sparar också varmvatten men detta beaktas inte här. Merkostnaden anges för besparingar utöver vad som erhålles med en spontan utveckling.

Acceptansen ansätts så att besparingen motsvarar dagens medelprestanda för nya apparater. Merkostnad 2, dvs för dagens medelapparat är noll kronor.

Perioden 2010 - 2020. Utan att beakta kommande bättre apparater blir resultatet samma som fram till 2010.

2.2 Morgondagens teknik

I effektivitetsfallet beaktas en antagen effektiviseringsutveckling på 1% per år, men i övrigt samma acceptans. Visserligen kan även acceptansen ökas, men dessa åtgärder representerar så pass lite energi även med den spontana utvecklingen att det inte är meningsfullt att prioritera analysen för dessa i denna mer begränsade studie. Merkostnaden för diskmaskiner antages halveras under perioden.

3. Spis, belysning, pumpar

3.1 Dagens teknik (DT)

Underlag vad gäller stockens åtgångstal och bästa nya apparater har hämtats ut rapporten Eff. Användningsnivån har viktats för småhus och flerbostadshus.

För elspis antages inte produktkostnaden inte vara påverkad av elåtgången (ett antagande av marginell betydelse). Ingen spontan förändring för cirkulationspumpar förväntas som påverkar åtgångstalen.

I genomsnitt finns ca 22 glödlampor per hushåll. Utbyte mot CFL ger 80% besparing. Genomsnittlig drifttid per lampa, ca 600 timmar, ger 13 års livslängd och 24 kWh/år, lampa i besparing (om de ersätter en genomsnittslampa på 50 Watt. Alternativkostnaden är 8 st glödlampor á 4 kr, dvs 32 kr och diskonterat till idag ca 24 kronor. Lamkostnaden för CFL varierar mellan 100 - 150 kr idag. Vi antar att de billigaste säljs mest (IKEA-priset) och de har då en merkostnad jämfört med glödlamporna på 76 kronor. Summa nuvärde av besparingarna under 13 år med 6% kalkylränta blir ca 135 kronor redan vid ett elpris på 60 öre/kWh, dvs åtgärden är samhällsekonomiskt motiverad redan idag. Än mer med beaktande av ökande elpriser. Utan hänsyn till trögheter kan hela beståndet bytas redan första tidsperioden. Därefter kommer en reinvestering var 13 år så för enkelhetens skull byts en 13-del ut varje år. Den årliga merinvesteringen blir per hushåll; $22 \times (100 - 24) / 13 = 130$ kr/år, hushåll och för hela perioden fram till 2010 2080 kr, vilket ger en investeringskostnad på 3,90 kr/kWh.

Hemelektronikens elanvändning inklusive batterieliminators, ligger huvudsakligen i dess tomgångsförluster när de är avstända. En förklaring är att billigast teknik, stömtransformator, används. Elektroniska strömomformare ger väsentligt mindre förluster. Merkostnaden för dessa är helt beroende av volymutvecklingen och kostnadsutvecklingen för elektronisk utrustning. Dagens merkostnad kan uppskattas till 80 kronor och vid en framtida volymproduktion 0 kronor, dvs samma produktionskostnad som dagens enklare teknik. Den genomsnittliga besparingen per apparat och år kan uppskattas till 30 kWh. Acceptansen i grundalternativet är noll enligt definitionen att grundalternativet innebär att dagens medelapparat köps. Merkostnaden för den effektivare tekniken med ett tänkt framtida apparatinnehav, 13 apparater per hushåll, blir 1040 kronor.

(kWh/apparat) (kr/hushåll)	Stock	Bästa	Besp (%)	Merk 1	Acc (%)	Merk 2	Acc-20 (%)	Merk3
Elspis;	349 ¹	333	5	0	95	0	100	0
Mikro	-40	-40	0	0	100	0	100	0
Belysning	670	134	80	2080	5	104	10	208
Hemelektronik	536 ²	192	64	1040	0	0	0	0
Cirk.pumpar;	500	500	0	0	100	0	100	0

Tabell 5 Uppskattad merinvestering ("Merk") för bästa apparat jämfört med ny medelapparat, besparing i förhållande till stockens apparater, samt bedömd acceptans fram till år 2010, resp 2020. "Dagens teknik".

Perioden 2010 - 2020. Samma förutsättningar.

3.2 Morgondagens teknik

För elspisar bedömer Konsumentverket det som möjligt med 15% effektivare spisar. Det finns också spisar på marknaden i dag, med keramiska hällar och med liten överugn, som ger minst denna besparing. Dessa utgör idag exklusiva produkter som köps av konsumenten på grund av produktens andra egenskaper. Tar vi hänsyn till den allmänna trenden i teknikutvecklingen kan vi alltså förvänta oss ett utfall med succesivt lägre åtgångstal, i snitt 7% lägre än i grundalternativet år 2010.

För belysning finns flera påverkande inslag. Den viktigaste är pristrenden mot lägre inköpspris. Amerikanska källor bedömer en framtida prisnivå på 30% av dagens som trolig. Påskyndande faktorer är teknikupphandlingsinsatser, rabattkampanjer mm. Även andra effektiva lamptyper är föremål för teknikupphandling, som IR-skiktbelagda halogenlampor, etc (not 1). Som resultat av detta erhålles dels en merkostnad på en tredjedel jämfört med grundfallet (om lamppriset faller med t ex 50% och alternativ kostnaden är 24 kr blir merkostnaden ca 25 kr/st) och dels kommer acceptansen öka till kanske 80% till år 2010. Det är tänkbart att kunden tar ut den lägre ljuskostnaden i ökad användning, vilket kompenseras för genom att sänka acceptansnivån till 60%. Den teknisk-ekonomiska potentialen är dock samma som i grundfallet.

Cirkulationspumparna kan dels styras så att de stängs av under icke uppvärmningsperiod och dels kan motorer väljas med högre verkningsgrad. Bägge dessa åtgärder kräver statliga/EG-insatser. Resultatet blir en sänkning per apparat med 60%, eller med 300 kWh/år. Inköpskostnaden för den bättre pumpen är svår att bedömma. Vid volymproduktion bör samma kostnadsnivå vara möjlig, dvs dagens genomsnittskostnad. För säkerhets skull antages den kosta det dubbla, dvs ca 600 kr styck, vilket ger en merkostnad på 1 kr/kWh insparad el. Utbyte till effektivare

¹ Detta är åtgångstalet för ny medelspis. Mätningar på stockens åtgångstal saknas.

² Medelåtgång per hushåll vid ett tänkt apparatbestånd år 2010, eftersom merkostnaden för den effektivare tekniken är beräknad för år 2010. Av betydelse är den relativa besparingen.

pumpar antages ske från år 2000 och ta 30 år (naturlig livslängd). Det betyder att acceptansen till år 2010 är 33% och till år 2020 66%.

Sammanställning av dessa ingångsdata framgår av tabell 6.

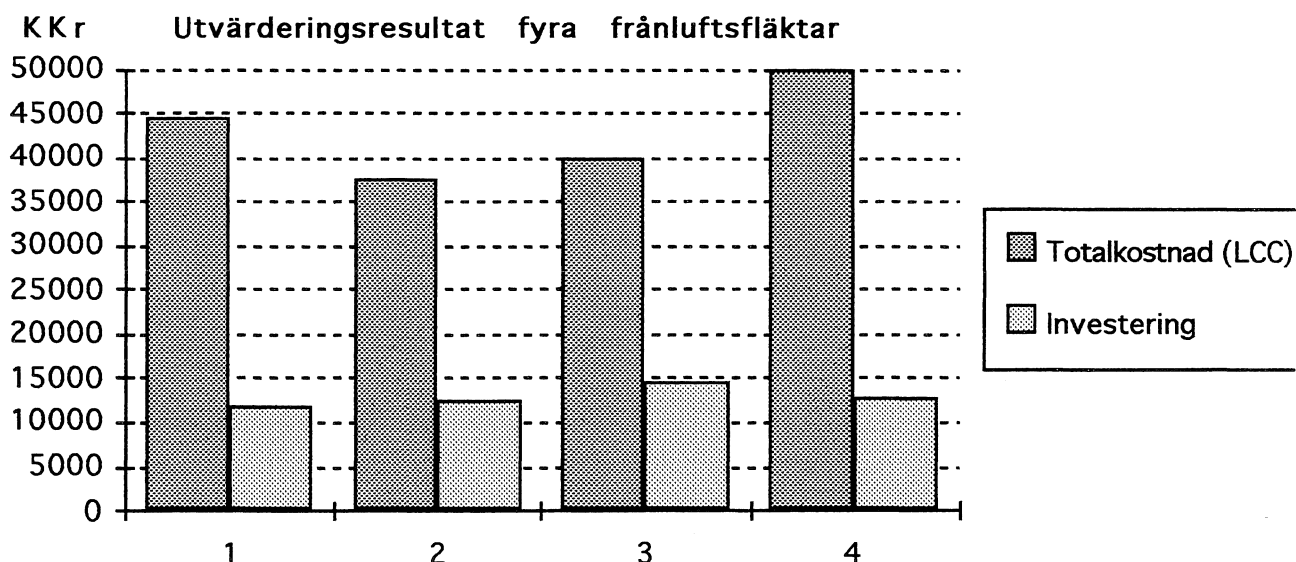
(kWh/apparat) (kr/hushåll)	Stock	Bästa	Besp (%)	Merk 1	Acc (%)	Merk2	Acc-20 (%)	Merk 3
Elspis;	349	283	19	0	50	0	80	0
Mikro	-40	-40	0	0	100	0	100	0
Belysning	670	134	80	688	60	413	75	516
Hemelektronik	536	192	64	0	86	0	100	0
Cirk.pumpar;	500	200	60	300	33	100	66	198

Tabell 6. Uppskattad merinvestering ("Merk") för bästa apparat jämfört med ny medelapparat, besparing i förhållande till stockens apparater, samt bedömd acceptans fram till år 2010 resp 2010 (Acc-20). "Morgondagens teknik".

4. Driftel i flerbostadshus

4.1 Dagens teknik (DT)

Ventilation. Installation av värmeåtervinningssystem i befintliga flerbostadshus bedöms inte vara lönsamt (ref; Boverkets utredning om värmeåtervinning i bostäder). De befintliga ventilationssystemen fördelades 1991 på självdrag 42%, Frånluftsventilation 45%, FT och FTX ventilation 13%. I stort sett inga åtgärder är lönsamma i förtid. I samband med utbyte kan fläktar med B-hjul väljas liksom varvtalsreglering istället för remdrift. Den genomsnittliga systemverkningsgraden kan därmed antagas öka från ca 20% till ca 30%. Även 40% är möjligt, men osäkerheten i teknisk genomförbarhet måste beaktas. Merkostnaden för den effektivare lösningen kan för säkerhets skull uppskattas till 30%, men med hänsyn till drift och skötsel av remdrift kan också merkostnaden för att välja frekvensdrift vara noll. Fyra frånluftsfläktar för flerbostadshus har utvärderats av NUTEK. De fyra leverantörerna fick själv dimensionera, välja komponenter och installera sina fläktar. Försäljningspriset gällde en leverans om ett större antal fläktar. Resultaten redovisas i figuren nedan med investeringskostnad och totalkostnad för de fyra alternativen. I totalkostnaden ingår såväl investeringskostnaden som summa nuvärde för energikostnaden de följande 15 åren.



Av figuren framgår att fläkten med lägst totalkostnad (LCC) också hade en investeringskostnad i nivå med de lägsta. Det innebär att merinvesteringen för att välja den effektivaste fläkten jämfört med genomsnittskostnaden av de övriga tre är mindre än noll och att därmed återbetalningstiden är 0 år i detta fall.

Investeringskostnad för fläkt och reglerutrustning är ca 40 kr/Watt³, merinvesteringen är därmed i en försiktig kalkyl 12 kr/Watt,lgh och jämfört med effektåtgången före åtgärd 8 kr/Watt,lgh idag installerad effekt. Per lägenhet svarar detta mot en merinvestering på 285 kr/lgh och en åtgärd som har en livslängd på 30 år. Den årliga besparingen blir drygt 100 kWh och minst 60 kr/lgh och år. Vilket ger en större avkastning än 6% kalkylränta.

Acceptansen antages vara 50% spontant i snitt under perioden fram till 2010, men därtill kommer att bara en 30-del byts per år, vilket ger en sänkt "acceptans" för perioder inom denna utbytestid.

Belysning i flerbostadshusens trapphus kan effektiviseras genom styrning av drifttiderna (rörelsedetektorer och ljuddetektorer). Investering inkl montage ca 4.000 kr/trapphus eller ca 250 kr/lgh. Elåtgången i 4 fastigheters trapphus var i genomsnitt 88 kWh/lgh (underlagsmaterial till ref 1.). Uppskattad besparing; 50% eller 44 kWh/lgh (leverantören uppger 80% besparing möjlig) vilket ger en ekonomi inom ramen för 6% kalkylränta och 15 år.

Utomhusbelysningen effektiviseras genom utbyte av Hg-lampor till Högtrycksnatrium, typ SonComfort. Merinvesteringen är beroende på antal lampor

³ Enligt fläktupphandling av eleffektiva fläktar hos Familjebostäder i Göteborg. NUTEK-rapport.

per fastighet. I Kv Tisaren⁴ innebar valet av Högtrycksnatrium en merinvestering på 70 kr/lgh och en elbesparing på 64 kWh/lgh,år. Kompaktlysrör på fasaden istället för HG-lampor gav både effektiviseringar och lägre investering men tas inte upp här som en generellt möjlig åtgärd.

Med hänsyn till bättre belysningsbehov uppskattas enligt rapporten "Effektivare energianvändning" ett kvarvarande elbehov på ca 150 kWh/lgh. Utbytestakten av armaturer är 30 år, men installation av styr®ler kan göras omgående. Här antages detta ske i takt med utbyte av befintliga belysningsystem. Med här angivna exempel blir sparinvesteringen 3 kr/kWh.

Slutligen har belysningsnivån, och därmed samtliga potentialer och merinvesteringar, justerats upp med 40% för att bättre stämma överens med EKs statistik över driftel i flerbostadshus.

Tvättstuga

Underlag från NUTEK- rapporten (ref 1.), men användningsnivån 1993 har justerats upp med 0,5 TWh beroende på ett högre utgångsläge i elstatistiken. Kunskapsmässigt vet vi relativt väl hur många kilo tvätt som tvättas per hushåll och vad nya utrustningar då kräver i energi. Däremot är energiåtgångstalen i de befintliga tvättstugorna mycket varierande och kan ligga på nivån 6 ggr högre än för ny modern utrustning. Främst är det energiåtgången i torkrummen som kan vara hög. Denna justering innebär att potentialen ökar med 0,5 TWh jfr med NUTEKs potential-rapport, medan merinvesteringarna inte påverkas.

Den teknikupphandlade produkten är redan marknadsledande. Även vid jämförelse att befintlig utrustning byts ut och hela investeringen utgör merkostnad är lönsamheten mycket god ner till ett halvt års återbetalningstid⁵ om hänsyn också tas till vatten- och tvättmedelsbesparingarna. Denna nya produkt utgör alltså i stort sett medelbeteendet och merkostnaden för denna teknik blir därmed noll. Alla tvättstugors maskiner antages hinna bytas ut under perioden fram till 2010. Acceptansen antages bli 90%.

Totala elanvändningspareffekt enligt rapporten "Framtida elanvändning".

Perioden 2010 - 2020. Samma tekniska förutsättningar enligt beräkningsförutsättningarna, men acceptansen för de effektiva lösningarna har ökat.

⁴ Sandberg, Eje. "Eleffektiva flerbostadshus- Kv Tisaren. St Energi 1993.

⁵ Effektiv NU nr 1 1993.

(kWh/lgh)	Stock	Bästa	Besp (%)	Merk 1 (kr/lgh)	Acc-sp (%)	Merk 2 (kr/lgh)	Acc-20 (%)	Merk 3 (kr/lgh)
Ventilation flbh	313	209	33	285	27	77	43	123
Belysning flbh	315	210	33	315	33	104	66	208
Tvättstuga flbh	624	173	72	0	90	0	90	0

Tabell 7. Uppskattad merinvestering ("Merk") för bästa apparat jämfört med ny medelapparat, besparing i förhållande till stockens apparater, samt bedömd acceptans fram till år 2010, resp 2020. "Dagens teknik".

4.1 Morgondagens teknik

Ventilation. TU-insatser kan öka verkningsgrader (motorupphandling planeras) för systemdelar, förbättra systemeffektiviteten och framför allt ge ökad kunskap om vad som är de bästa lösningarna och produkterna. Som resultatet bedöms dels effektiviteten öka något och dels acceptansen öka. Merkostnaden bör inte skilja sig. Som exempel kan de uppmätta skillnaderna i prestanda och kostnad enligt figuren ovan utgöra. Den bästa produkten behöver inte vara kostsammare eftersom systemeffekter erhålles (bättre verkningsgrad på fläkt sänker effektbehovet och därmed kostnaden för motor och reglerutrustning). Bägge dessa aspekter bakas in i acceptansfaktorn för att förenkla beräkningen.

Inom belysningsområdet sker en ganska snabb teknikutveckling med ny belysningsteknologi och bättre ljuskällor. Dagens bästa teknik kommer alltså kunna förbättras och programinsatser kan öka spridningstakten för dessa och underlätta valet av de bättre systemlösningarna. Teknikförbättringen inkluderas i "acceptans"-värderingen för att förenkla beräkningen, varför denna skulle kunna bli över 100%. Valt antagande framgår av tabell 8 och svarar mot en effektivitetsutveckling för stocken på 1% per år.

För tvättstugorna antages en viss fortsatt tekikutveckling ske, vilket bakas in acceptansvärdet som därmed sätts till 100% fram till 2010 och 110% till 2020..

(kWh/lgh)	Stock	Bästa	Besp (%)	Merk 1 (kr/lgh)	Acc-sp (%)	Merk 2 (kr/lgh)	Acc-20 (%)	Merk 3 (kr/lgh)
Ventilation flbh	313	209	33	285	50	77	82	123
Belysning flbh	315	210	33	315	66	208	100	203
Tvättstuga flbh	624	173	72	0	100	0	104	0

Tabell 8 Uppskattad merinvestering ("Merk") för bästa apparat jämfört med ny medelapparat, besparing i förhållande till stockens apparater, samt bedömd acceptans fram till år 2010 resp 2010 (Acc-20). "Morgondagens teknik".

5. Resultat

Resultaten för alternativet "Dagens teknik" framgår av tabell 9.

Sc 3 - 2010 Dagens teknik Åtgärd	Te/ek pot (GWh)	Merinvest. (mkr)	DoU (mkr)	Acc (%/100)	1b (GWh)	Merinv. 2 (mkr)
Matförvaring	2429	4691	0	0,60	1256	0
Disk;	609	2049	0	0,68	332	0
Tvätt;	225	0	0	0,57	107	0
Torkskåp	4	0	0	1,00	4	0
Tumlare;	134	0	0	0,87	96	0
Elspis;	46	0	0	0,95	42	0
Mikro	42	0	0	1,00	42	0
Belysning	2390	9273	0	0,05	119	464
Hemelektronik	675	4664	0	0,00	-863	0
Cirk.pumpar;	0	0	0	1,00	0	0
Övrigt	0	0	0	0,00	0	0
Ventilation flbh	224	540	0	0,27	57	0
Belysning flbh	231	392	0	0,33	76	0
Tvättstuga flbh	1060	0	0	0,90	974	0
Summa	8069	21656	0		2242	464

Tabell 9. Besparingspotentialer och merinvesteringar. "Dagens teknik" år 2010

I tabellen angivna potential refererar till förändring jämfört med år 1993. Eftersom hänsyn tagits till ökad apparatstock är den bakomliggande besparingen större än här angivna potential. Angivna värdet för acceptans gäller åtgärdens (bästa tekniks) genomslagskraft och ger resultatet som besparing. Besparingen har sedan korrigerats ner för att potentialen ska jämföras med elanvändningen 1993. Merinvesteringen har beräknats utifrån bedömd besparing och kan därför inte jämföras med den i tabellen angivna potentialen.

Resultaten för alternativet "Morgondagens teknik" (programpåverkat) framgår av tabell 10.

Sc 3 - 2010 programstyrt Åtgärd	Te/ek pot (GWh)	Merinvest. (mkr)	DoU (mkr)	Acc (%/100)	2b (GWh)	Merinv. 2 (mkr)
Matförvaring	3206	5848	0	0,69	2045	2367
Disk;	625	2088	0	0,68	343	81
Tvätt;	247	0	0	0,57	119	0
Torkskåp	11	0	0	1,00	11	0
Tumlare;	146	0	0	0,87	107	0
Elspis;	268	0	0	0,95	253	0
Mikro	42	0	0	1,00	42	0
Belysning	2390	3067	0	0,60	1434	1840
Hemelektronik	675	0	0	0,86	460	0
Cirk.pumpar;	444	444	0	0,33	147	147
Övrigt	0	0	0	0,00	0	0
Ventilation flbh	226	540	0	0,50	111	170
Belysning flbh	233	392	0	0,66	154	193
Tvättstuga flbh	1060	0	0	1,00	1060	0
Summa	9572	12379	0		6284	4798

Tabell 10. Besparingspotentialer och merinvesteringar. "Morgondagens teknik" år 2010

För år 2020 blir resultatet för dagens teknik samma som för år 2010 utom för flerbostadshusens driftelanvändning där elanvändningen minskar ytterligare i takt med att förnyelse av installationerna sker, men mindre än 100 GWh.

För det programpåverkade alternativet "morgondagens teknik" blir resultaten för år 2020 enligt tabell 11

Sc 3 - 2020 "Morg.dagens t" Åtgärd	Te/ek pot (GWh)	Merinvest. (mkr)	DoU (mkr)	Acc (%/100)	2b (GWh)	Merinv. 2 (mkr)
Matförvaring	3206	2924	0	0,94	2983	2591
Disk;	621	2840	0	0,73	358	897
Tvätt;	256	0	0	0,57	115	0
Torkskåp	4	0	0	1,00	4	0
Tumlare;	134	0	0	0,87	88	0
Elspis;	268	0	0	0,50	117	0
Mikro	55	0	0	1,00	55	0
Belysning	2390	3067	0	0,75	1792	2300
Hemelektronik	511	415	0	1,00	511	415
Cirk.pumpar;	444	50	0	0,66	293	33
Övrigt	0	0	0	0,00	0	0
Ventilation flbh	226	540	0	0,82	184	407
Belysning flbh	233	392	0	1,00	233	392
Tvättstuga flbh	918	0	0	1,10	980	0
Summa	9266	10229	0		7715	7035

Tabell 11. Besparingspotentialer och merinvesteringar. "Morgondagens teknik" år 2020

6. Nya hushåll

I ett längre perspektiv kan antagas att nya hushåll har samma apparatuppsättning och beteende som i stocken. Dvs att åtgångstalen som redovisats ovan kan användas även för tillkommande hushåll. Dvs om antalet hushåll ökar med 10% så ökar såväl merinvestering som besparingarna med 10% för respektive alternativ.

7. Scenario 4.

Scenario 4 innebär högre elpriser för hushållen. Alternativ 1 a som grundas på dagens teknik påverkas inte alls, men däremot bör acceptansen påverkas, dvs att fler väljer bland de mest effektiva apparaterna. Utan programinsatser och konsumentvägledning kommer dock apparatens elkostnader vara "dold" för många konsumenter". I alternativet med morgondagens teknik och programinsatser kan den absoluta potentialen öka något med ökat elpris, dvs utrymmet ökar för att genom teknikupphandlingar få fram bättre apparater. liksom att tillverkarna själva motiveras att marknadsföra bättre apparater. Detta påverkas också av hur elpriset ökar i övriga Europa. Att sveriges elpriser närmer sig europeiska elprisnivåer kanske

därför inte ger några större effekter på apparatutvecklingen med internationell inriktning.

Störst betydelse får elprishöjningarna för alternativ 2 a, där också acceptansen beaktas. För detta alternativ uppskattas den långsiktiga (till år 2020) effekten på en ca 30%-ig elprishöjning bli 10% lägre elåtgång. Med detta underlag har besparingspotentialerna för scenario 4 jämfört med scenario 3 justerats upp enligt tabell 12.

Alternativ	2010	2020
1a	0%	0%
1b	3%	5%
2a	3%	5%
2b	7%	10%

Tabell 12. Uppjustering av effektiviseringspotentialer i sc 4 jfr sc3.

8. Marginalkostnad

För att ge en bra bild av merinvestering för en extra besparing, 2010 Sc 3, har också den teknisk-ekonomiska potentialen jämförts med ett tredje alternativ 1c, som svarar mot en bedömd spontan utveckling med beaktande teknisk utveckling och prisutveckling för den effektivare tekniken.

Här definieras marginalbesparing som besparing utöver spontan effektivisering, dvs alternativ 2a jämfört med 1c. För 1c har följande underlag använts;

För matförvaring har medelmaskinen som köps under perioden fram till år 2010 antagits vara lika med ett genomsnitt mellan dagens medelmaskin och dagens bästa. Merkostnaden sätts till noll eftersom detta utgör det normala köpet och utan programinsatser är elkostnaden en relativt omedvetens kostnad.

För disk, tvätt, tork, spis har samma besparing som i 2b använts då endast hänsyn till spontan prestandautveckling utan programinsatser beaktats för dessa apparater. Merkostnaden blir då också noll för dessa.

För belysning har antagits samma värde som ref 1, dvs 20% besparing till år 2010 och en merkostnad på 1,28 kr/kWh lika med alternativet morgondagens teknik.

För driftel i flerbostadshus har samma värden som för 1a använts.

Redovisningen gäller marginalkostnaden för den tekn/ekonomiska potentialen för en apparatstock år 2010 jämfört med bedömd spontan utveckling fram till år 2010.

Denna potential kan inte jämföras med dagens elanvändning men väl med elanvändningen år 2010 enligt tabell 1 i denna bilaga.

Sc 3 marginalanalys 2010 Åtgärd	2a-1c (GWh)	Marginalinv (mkr)	(kr/kWh)
Matförvaring	1343	4030	3,00
Disk	282	2088	7,40
Tvätt	127	0	0,00
Torkskåp	0	0	
Tumlare	39	0	0,00
Elspis	15	0	0,00
Mikro	0	0	
Belysning	1792	2300	1,28
Hemelektronik	938	0	0,00
Cirk.pumpar;	444	444	1,00
Övrigt	0	0	
Ventilation flbh	169	540	3,20
Belysning flbh	157	392	2,50
Tvättstuga flbh	86	0	0,00
Summa	5394	9794	1,82

Tabell 13. Marginalbesparingar och marginalkostnader för hushållsel.

Här redovisade värden ger en bild av marginalkostnader för effektiviseringar. Beräkningen av effektiviseringen är relativt översiktlig jämfört med ref 1, men syftar i denna framställning endast till att ge underlag för beräkning av merinvesteringarna. Vidare har också merinvesteringen belastats av att kopplade egenskaper inte alltid värderats. Den effektivaste diskmaskinen är också dyrare därför att den håller en högre kvalitet i andra avseenden (mer rostfritt stål etc). Det är också rimligt att när prestanda motsvarande de mer effektiva apparaterna utgör den gängse tekniken, så sjunker merinvesteringen för dessa. Inte heller detta har beaktats för diskmaskinerna, varför marginalinvesteringen för dessa sannolikt blir lägre än här redovisat. Merinvesteringen för apparater som har bättre energiprestanda än den genomsnittliga är alltså inte alltid möjligt att exakt beräkna. Så många andra kvaliteter kan också ingå som påverkar priset. En fördjupad studie kring dessa frågor skulle vara motiverad.

9. Spillvärmeeffekter

Alla hushållsapparater ger inte spillvärme som kan användas. De apparater som ger spillvärme till huset av någon betydelse står för ca 70% av de besparingar som har redovisats. Uppskattningsvis kan 70% spillvärmerna från dessa apparater tillgodogöras, eftersom värmereglering och värmeutjämningen i huset inte är ideal. Belysning och apparater i köket ger t ex ofta övertemperaturer och en del av detta vädras ut eller försvinner ut via frånluftsuttaget i köket. Därmed skulle 49% av besparingarna ge spillvärme när det föreligger uppvärmningsbehov. Med 8 månaders uppvärmningssäsong blir ca 31% spillvärme kvar som byggnaden skulle kunnat tillgodogöras om inte besparingen genomfördes.

Detta ger ett ökat uppvärmningsbehov på mellan 0,7 och 3 TWh för de olika alternativen, eller med mellan 240 och 950 kWh/lgh. Nu ger de effektivare diskmaskinerna också varmvattenbesparingar på ca 250 kWh/lgh (ref 1). I flerbostadshus innebär också fler diskmaskiner mindre vattenslösande handdisk.

Den fortsatta utglesningen av antalet personer per hushåll innebär också en minskad varmvattenförbrukning med 150 kWh/hushåll till 2010 och med 200 kWh/hushåll till 2020.

(TWh)	2010				2020			
	1a	1b	2a	2b	1a	1b	2a	2b
Ökat värmebehov	0,8	0	1,3	0,2	0,6	0	1,0	0,3

Tabell 14. Ökat värmebehov som konsekvens av minskad spillvärme från hushållsapparater.

10. Referenser

1. Framtida elanvändning - effektiviseringspotentialer, NUTEK Effektivare energianvändning.

Besparingspotentialer och merinvesteringar i Lokaler

Underlagsmaterial till sekretariatet för
Energikommissionen

Oktober 1995

**Eje Sandberg
ESAN Energi AB**

Innehåll

	Sida
1. Fördelning driftel	2
2. Belysning	2
2.1 Dagens teknik (DT)	6
2.2 Morgondagens teknik	6
3. Ventilation	7
4. Klimatkyla	11
5. Kyl/frysanläggningar	11
6. Kontorsmaskiner	11
7. Resultat till år 2010	12
8. Resultat till år 2020	13
9. Scenario 4.	13
10. Marginalkostnad	14
11. Tillkommande lokalytor	14
12. Spillvärmeeffekter	14
15. Referenser	15

Lokaler

1. Fördelning driftel

Elanvändningen i lokaler (exl elvärme) redovisas i tabell 1.

(TWh)	Teknik	1991
Lokaler	Belysning	6,00
	Ventilation	2,51
	Kontorsmaskiner	1,00
	Komfortkyla	0,62
	Kyl o frys	1,20
	Pumpar	0,51
	Köksutrustning	1
	Övrigt	3,87
	Summa el exkl värme	16,7

Tabell 1 Elanvändning för olika delsektorer och elanvändningsområden i lokaler. Fördelning enligt STIL-undersökningen.

2. Belysning

Belysning i lokaler kan uppdelas på lampor (glödlampor och kompaktlysrör), lysrörsbelysning, utebelysning och övrigt.

Åtgärderna kan delas upp i följande delar;

- * Byte från glödlampa till CFL
- * Effektivare armaturer
- * Effektivare drivdon (HF)
- * Effektivare lysrör
- * Reglering
- * Bättre ljusplanering (systemfaktor)

Potentialen i lampsegmentet är byte till kompaktlysrör och lysrörslampor fortsättningsvis kallad CFL.

Redan 1991 stod CFL för 22 % av lampsegmentets belysning (ref 1).

Lönsamheten att byta glödlampor till CFL i lokaler är normalt hög, då långa drifttider och arbetskostnaderna inräkas.

Följande beräkningsexempel illustrerar lönsamheten:

Merkostnad armatur för CFL; 80 kr¹.
 Lamppris; 64 kr för CFL och 3 kr för glödlampa (60 Watts)
 Drifttid per år; 2000 timmar
 Antal lampbyten på 20 år; 5 st för CFL, 40 st för glödlampa.
 Arbetskostnad; 20 kr byte.
 Elpris; 56 öre/kWh

Årskostnad	CFL-	Glödlampa
Kapital	6.60	0
Lampor	16	6
Arbetskostnad	5	40
<u>Energi</u>	<u>14</u>	<u>68</u>
Årskostnad	41	114 kronor

En drifttid på 2000 h/år ger en specifik merinvestering på 0,83 kr per sparad kWh. Om vi i kapitalkostnaden även inkluderar nuvärdet av de kommande kostnaderna för lampbyten och lampkostnaderna (230 kr högre för glödlampsalternativet under en 20-års period och diskonterat med 6% kalkylränta) så skulle denna istället bli negativ. Dvs merinvesteringen är väsentligt lägre än nuvärdet av de minskade lampbyteskostnaderna. Detta förhållande gäller ända ner till en drifttid på minst 700 timmar. Merinvesteringen för CFL-lamporna med avseende på energibesparingen ansätts därför till noll.

Att inte redan alla glödlampor är utbytta beror på flera orsaker, bl a;

- * förtida utbyte av armaturer ger sämre lönsamhet. Bytet sker ofta i takt med ombyggnation och upprustning.
- * kortare drifttider ger sämre lönsamhet, "bara" 4 års återbetalningstid i samband med utbyten.
- * armaturtillverkarna har varit sena med att ta fram anpassade armaturer för de nya lamporna och då tagit ut merkostnader som givit lägre lönsamhet.
- * alla förvaltare räknar inte in arbetskostnaden vid lampbytet
- * Ansvar och ekonomi för installationen är i många fall skild från den som betalar driftkostnaden, vilket ger stora trögheter
- * CFL-lampor passar inte alla applikationer, kan t ex inte dimmas.

Armaturerna har utvecklats kraftigt med bättre verkningsgrader och som dessutom ger väsentligt bättre ljusergonomi, t ex avbländning och bra ljusfördelning. Kostnaden för den bästa armaturen jämfört med den billigaste kan vara 2100 kronor resp 1000 kronor. Den dyra armaturen kan normalt inte motiveras endast utifrån energiaspekten. Ändå är den dyra armaturen marknadsledande för kontorsarbetsplatser hos den största leverantören. Detta beror på tilläggsvärden för den effektivaste armaturen. Med uppdragets

¹ Detta är kostnaden för en adapter, exl moms som kan skruvas in i en befintlig armatur. Armaturer som direkt tillverkas för CFL borde alltså kunna bli billigare. Trögheten i armaturledet gör dock att många armaturer anpassade för CFL fortfarande är dyrare. Adapterlösningen är dock en tillfällig, men acceptabel lösning.

definitioner kommer denna armatur inte in i den Tek/Ek potentialen men får ändå en hög acceptans (över 50%) och en merkostnad på noll kronor (väljs ändå).

Flertalet av de effektiva armaturerna är ett resultat av arbetet på programkrav.

De effektiva drivdonen, HF-don, har i många fall en återbetalningstid på över 10 år och kan inte motiveras enbart med energiekonomiska argument. Ändå är de nu på väg att bli dominerande teknik före år 2000 beroende på tilläggsvärden. Med uppdragets definitioner kommer HF-don inte in i den Tek/Ek potentialen men får ändå en hög acceptans (75 % till år 2010 och 95% till år 2020) och en merkostnad på noll kronor (väljs ändå).

Effektivare lysrör, med 15% bättre ljusutbyte har introducerats under 1995. I anpassade armaturer (finns ännu bara en på marknaden) ger detta lysrör 25% bättre ljusutbyte. Dessa rör tappar behåller bättre sin ljusstyrka och kan därför dimensioneras för 10% lägre ljusnivå. Lysröret kommer kosta 7 kronor mer än standardrör, men kräver nya armaturer och HF-drift och kan därför bara introduceras i takt med förnyelse.

Ljusreglering, kan uppskattas få en besparingspotential på 5% med dagens teknik och 15% i takt med att tekniken utvecklas och anpassats för ljusstyrning. Återbetalningstider för ljusregleringstekniken ligger mellan 1 - 4 år i genomförda exempel, men begränsas idag till installationer som omfattar ett flertal belysningsarmaturer.

Bättre ljusplanering, möjliggör i kombination med effektiva armaturer att ett kontorsrum med en armatur kan ge bättre belysningsmiljö än två billigare armaturer och mellan 20 - 50% färre armaturer i större rum. Därmed kan dyra armaturer med HF-drift ge samma investeringskostnad (merinvestering noll kronor) för ett kontorsrum som billiga armaturer. Merinvesteringen för effektivare ljusplanering är noll, men beroende av mer kompetenta konsulter och belysningsplanerare.

Resultatet vid genomförda belysningsprojekt varierar mellan 20 - 90% besparing.

En slumpmässigt vald analys av nio större belysningsprojekt inom NUTEKs ramprogram med Byggnadsstyrelsen och stora fastighetsförvaltare visar följande resultat för projekt genomförda 1991- 1993:

Genomsnittlig besparing; 66%. Genomsnittlig investeringskostnad; 8,50kr per sparad kWh. Åtgärderna var därför inte lönsamma annat än om alternativkostnaden också beaktas. Denna finns inte angiven. Om vi uppskattar att merinvesteringen är 40% (dubbelt så dyra armaturer, men 30% färre) eller 4,9 mkr i dessa projekt erhålles en specifik merkostnad på 2,45 kr/kWh. Därtill finns ett antal kvalitativa tilläggsvärden som inte beaktats i kalkylen. Hur denna merkostnad kommer att förändras i takt med att tekniken blir mogen och utvecklingskostnaderna betalts kan bara uppskattas. Produkterna innehåller mer kompetens och bättre material, men också mindre material och färre armaturer, genom det ökade ljusutbytet. På sikt bör därför den nya teknologin inte bli dyrare än dagens genomsnittsprodukter och under den studerade perioden kan merkostnaden antagas bli hälften i genomsnitt, dvs 1,20 kr/kWh.

Total investering: 17 mkr, vilket betyder att de nio projekten totalt omfattar ca 800 armaturer, vilket innebär att analysunderlaget är ganska omfattande. Däremot representerar dessa sannolikt ett äldre bestånd, dvs installationer med en medelålder på 20 år. I projekten är inte den senaste lysrörsgenerationen medtagen, dvs ytterligare 25% besparing bedömer armaturtillverkare är möjlig. Om vi antar att beståndet i snitt är 25% effektivare än de som ingått i studien, kompenseras detta av den nu tillgängliga lysrörsgenerationen.

2.1 Dagens teknik

Den spontana effektiviseringen vid utbyte kommer att innehålla merparten av alla de nämnda möjligheterna, men med en långsam introduktionstakt. Programets effekter på HF-donens genombrott har t ex vid utvärdering visats svara mot en tidigareläggning på 3 - 5 år. Möjligheterna för marknadens aktörer att hinna ta åt sig alla de möjligheter som den så snabba utvecklingen på belysningstekniken ger kan påverkas påtagligt med olika insatser som utbildning, information, demonstration, rådgivning, programkrav, byggregler mm.

I grundalternativet sättes acceptansen så att resultatet motsvarar den uppskattade medeleffektiva installationen och att merkostnaden för detta är noll. Medan effektivitetsalternativet medger en högre acceptans med tillhörande merkostnad, se kommande avsnitt.

Grundalt. (kWh/m ²)	Stock	Bästa	Besp (%)	Merk 1 kr/kWh	Acc. (%)	Merk 2 (kr/m ²)	Acc-20 (%)	Merk 3 (kr)
Lampor	9,6	1,9	80	0	40	0	50	0
Lysrör	24,4	8,3	66	2,4	73	0	82	0
Övrigt	1,7	0,8	50	1	70	0	80	0
Utebelysning	3,3	2,5	25	0	100	0	100	0
Summa	39,0	13,6	65	0		0		0

Tabell 2. Besparing i förhållande till stockens apparater, samt bedömd acceptans fram till år 2010. Alternativet "Dagens Teknik".

2.2 Morgondagens teknik

Merkostnaden för övrig effektiv belysning (t ex utbyte till CFL eller lysrörsarmatur, effektivare armaturer, styrning) antages vara 1 kr/kWh, medan högtrycksnatriumlampor istället för Hg-lampor väljs i bägge alternativen.

Effekt.alt (kWh/m ²)	Stock	Bästa	Besp (%)	Merk 1 kr/kWh	Acc. (%)	Merk 2 (kr/m ²)	Acc-20 (%)	Merk 3 (kr/m ²)
Lampor	9,6	1,9	80	0	60	0	80	0
Lysrör	24,4	8,3	66	1,2	82	1,4	90	1,6
Övrigt	1,7	0,8	50	1	80	0,1	90	0,0
Utebelysning	3,3	2,5	25	0	100	0,0	100	0,0
Summa	39,0	13,6	65			1,5		1,6

Tabell 3. Besparing i förhållande till stockens apparater, samt bedömd acceptans fram till år 2010. Alternativet "Morgondagens Teknik".

Obs merkostnad beräknas endast på den extra andel av marknaden som väljer effektiva lösningar jfr med annars spontant val.

3. Ventilation

I lokalbeståndet åtgår ca 2,5 TWh el för fläktdrift, eller ca 16,3 kWh/m² om även fläktdrift i fastighetsförvaltning fördelas på lokalytan (något oegentligt, men måste ju bokföras någon stans annars är den egentligen ca 14 kWh/m² enligt STIL).

I STIL-studien studerades 19 åtgärdsstyper, varav 10 gav acceptabel lönsamhet. Dessa gav i genomsnitt en investeringskostnad på 1,3 kr/kWh årlig sparad energi. Av dessa åtgärder utgjorde bättre styrning av ventilation 83% av spareffekten och denna åtgärd hade i genomsnitt en investeringskostnad på 0,33 kr/kWh årlig sparad energi. STIL-studien utgick från åtgärder i den befintliga utrustning, inte effektiviseringar när utrustningen ska bytas ut, vilket är den naturliga effektiviseringstidpunkten i nu aktuell studie.

Den tekniskt ekonomiska potentialen att minska elanvändningen för fläktdrift utgörs av bättre dimensionerade aggregat och luftfilter som ger lägre tryckfall, drifttider anpassade till verksamheten, luftflöde anpassat efter hygienluftflödet när värmebelastningen är låg. De senare två aspekterna påverkar också behovet av uppvärmning.

Drifttiden i det befintliga beståndet finns redovisat i STIL-utredningen. Påfallande stor del av ventilationsanläggningarna, ca 50% i energitermer, går med fläkterna på dygnet runt hela året. Det är inga påfallande skillnader i detta avseende mellan olika lokaltyper. Skillnaden i det befintliga beståndet är därför stor jämfört med hur man gör när man bygger nytt. En intervjuundersökning av 21 större fastighetsförvaltare visade att de i genomsnitt använder 2800 drifttimmar för nya kontorsbyggnader medan motsvarande bestånd i STIL-utredningen visar på 6400 timmar i genomsnitt.

Vår bedömning är att under en tidsperiod på 27 år kan drifttiderna i en stor del av beståndet anpassas till det som gäller vid nybyggnation. Nu finns det verksamheter som kräver längre drifttider, liksom att delar av byggnaden kräver längre drifttider. Det är inte alltid självklart att det då är lönsamt att sektionera ventilationen. Vidare är det inte alltid ventilationen kan stängas av helt under icke drifttid. Med ett försiktigt antagande om vad som kan vara tekniskt/ekonomiskt möjligt att ha genomfört till år 2020 bedöms 67% av beståndet vara möjligt att drifttidsanpassa, genom att fullt luftflöde endast gäller under 2800 timmar och resterande tid (natt och helg) halveras luftflödet. Sannolikt kommer en del anläggningar stängas av helt under icke drifttid, varför detta antagande är ganska försiktigt. I praktiken kommer okunskap och andra trögheter (man vågar inte ändra) innebära att endast en mindre del av denna potential kommer att tas till vara. Vi bedömer att denna acceptans i hög utsträckning kan påverkas genom informationsinsatser, rådgivning, metoder för

att mäta luftkvalitet, liksom tekniker för att styra luftflöden efter varierande behov.

Med dessa förutsättningar vad gäller drifttiderna minskar det genomsnittliga luftflödet i lokaler med 15% (beräknat utifrån STIL-studien besiktningsunderlag) och elanvändningen för fläktdrift med 21% (elåtgången minskar mer än proportionellt med luftflödet under perioden med nedvarvade fläktar).

STIL-studien ger en genomsnittlig luftomsättning på 2,7 med en spridning så att 30% finns inom intervallet 2,3 - 4,0 och 17% har luftomsättningar över 4 omsättningar per timme.

Traditionellt har ventilationen utöver en ytspecifik grundventilation dimensionerats för att klara personbelastning och värmebelastningen. Det senare kan ofta vara helt dimensionerade även om värmebelastningen gäller sommartid. Sedan går ventilationen med konstant flöde hela året. Vidare har den höga internbelastningen från belysningen och kontorsmaskiner inneburit att stora delar av året råder en övertemperatur inomhus som behöver ventileras ut.

Eleffektiva installationer för belysning, ventilation och kontorsmaskiner ger en minskad värmebelastning. Utslaget på hela lokalbeståndet ger de en minskad effektbelastning på ca 20 Watt/m². Detta kan jämföras med kyleffekten från luft med 2,5 oms/h, som ger ca 15 Watt/m². Därmed ges nu ett utrymme för att sänka luftflödena i lokaler med höga luftflöden under uppvärmningsperioden. Om luftflödet i alla byggnader med större luftomsättning än 2,3 oms/h (motsvarar ca 2,9 oms/h i arbetsrummen, eftersom överluftsföring till sekundära ytor är vanligt) justeras ned till 2,3 oms/h motsvarar detta en total luftflödesminskning om 28%. Nu kommer vissa verksamheter med hög personbelastning kräva högre luftomsättningar, åtminstone under delar av dygnet, men detta kompenseras av att luftflöden i en del andra lokaler i genomsnitt kan justeras ner till nivån 1,3 oms/h för byggnaden, vilket motsvarar ett hygienluftflöde i arbetsrummet på ca 15 liter/s.

Vi uppskattar en genomsnittlig luftflödesreduktion med 25% som tekniskt/ekonomiskt möjlig, utöver tidigare nämnda drifttidsanpassningar. Att en ombyggnad av befintliga ventilationssystem med konstantluftflöde i kontor till klimatanpassat luftflöde (dvs hygienflöde vintertid) är möjligt har demonstrerats i flera kontorsbyggnader².

Ett högre luftflöde (dagens) kan däremot behövas under icke uppvärmningssäsong för att öka kylningen av lokalerna.

Det finns också ett dokumenterat behov av ökade luftflöden inom vissa lokaldelar. T.ex tillkommande luftflöden för de daghem och utbildningslokaler

² "Ta ett steg till", effektivare drift med utökad ventilationskontroll. BFR T9:1995.

som har lägre luftomsättningar än 2,3 oms/h. Dessa har i genomsnitt ca 2 oms/h, vilket antages öka till 3 oms/h. Därmed ökar luftflödet i genomsnitt för alla lokaler med 5%, liksom el för fläktdriften.

Vidare kan antagas att hälften av alla skolor och daghem med självdrag byggs om och får FTX-system, vilket innebär en ökning med ca 2% av den totala elåtgången. Här antar vi att dessa ökar luftomsättningen från 0,5 till 3 oms/h, eller med 9,5 milj. m³ luft (värmeåtervinningen ska beaktas), vilket utgör 8% av dagens luftomsättning i hela lokalbeståndet.

Slutsatsen är alltså mer luft på rätt plats och rätt tidpunkt, i övrigt mindre.

Totalt erhålles då en luftomsättningen i lokalbeståndet under uppvärmningssäsong på:

$((1-0,25) + 0,05 + 0,08) \times (1 - 0,15) = 0,75$ jfr idag, eller en reduktion med 25% av dagens luftflöde. Detta utgör den bedömda teknisk/ekonomiska potentialen för reduktion av de luftvolymerna som ska värmas under vintertid.

Även elåtgången ändras som följd av de ändrade luftflödena. Tillsammans med 25% effektivare teknik (effekt/m³ luftflöde) och ändrade luftflöden/drifttider minskar elåtgången för fläktdrift som mest med 50% i den teknisk/ekonomiska potentialen.

Kostnaderna för den minskade elanvändningen ligger främst i valet av fläktaggregat med lägre specifik elåtgång. Kostnaden för drifttidsstyrning är nästan försumbar i samband med utbyte och årstidsanpassat luftflöde kostar mellan 1 - 2 kr/kWh el- och uppvärmningsenergi (not 2) som enskild åtgärd, eller 5 - 10 kr/kWh elenergi (och då blir värmebesparingen gratis). Om merkostnaden för den effektivare utrustning ligger på nivån 3 kr/kWh sparad elenergi, blir den genomsnittliga merkostnaden för ventilationen ca 3,40 kr/kWh sparad elenergi (om hela kostnaden läggs på elenergidelen). Merkostnaden gäller för samtliga alternativ.

Acceptans

Många fastighetsförvaltare är oengagerade i eleffektiviseringsfrågor. Flertalet har inte någon energiansvarig utsedd, gör inte energiuppföljningar, har inte riktlinjer för ventilationsfrågor, genomfört inte några lönsamhetsinvesteringsfrågor för ventilationsanläggningar³.

Vidare utgör ventilationsfrågorna ett relativt svårt område som omfattar teknik, driftorganisation, inneklimat, miljö mm. NUTEKs insatser i samarbete med Inneklimatinstitutet, m fl och ramavtal med större fastighetsförvaltare har

³ Källa Lokalerna och energihushållningen, STIL-utredningen, Vattenfall.

tillsammans med BFRs kunskapsutvecklande studier börjat ge resultat i ett ökande intresse inom branschen för eleffektiv dimensionering.

I alternativet dagens teknik antages att flertalet anläggningar vartefter byts ut mot nya anläggningar med prestanda i nivå med de som nu är i drift. I samband med utbyte anlitas inte alltid konsulter för att genomföra beräkningar. Trots utbyte är det inte sannolikt att förutsättningar vad gäller luftflödesbehov och driftstrategier ses över.

Kunskapen hos de ansvariga är heller inte sådan att man i upphandlingssituationen självklart vågar ta upp frågor som kan påverka inneklimatet. Enklast är att fortsätta driften som tidigare. Samtidigt är ventilationen och inneklimatet ett av fastighetsförvaltarnas stora problemområden. Nuvarande anläggningar går inte bra och ger dåligt inomhusklimat. Den spontana acceptansen för åtgärderna fram till år 2020 uppskattas till 30%.

Huvudsakligen genomförs åtgärderna i takt med naturligt utbyte/upprustning..

I alternativet morgondagens teknik ingår teknikupphandling av effektivare luftbehandlingsaggregat (pågår). Det finns en klar potential för att åstadkomma lägre tryckfall i systemen genom bättre värmeväxlarkoncept och filtersystem. Här pågår en viss utveckling, t ex av elektrostatiska filter, men denna skulle kunna skyndas på genom teknikupphandling.

Ännu viktigare är inledningsvis att etablera effektivare standards (frivilliga) genom ramavtal och som rekommendationer i Boverkets Byggregler (pågår), så att fastighetsförvaltarna lär sig att funktionsupphandla ventilationsanläggningar.

För att sprida erfarenheter om möjligheterna till klimatanpassade och behovsanpassade ventilationsanläggningar (den stora potentialen) återstår stora arbetsinsatser i form av uppföljningar och informationsinsatser.

Den tekniska utvecklingen som möjliggör billigare och effektivare styrning av ventilationsanläggningar kommer dock att driva på den spontana utvecklingen.

Ska anläggningarna skötas bra (idag finns stora problem) krävs väsentligt bättre kompetens hos fastighetsförvaltarnas personal.

I alternativet morgondagens teknik beaktas följande insatser

TU:	Aggregat, filter och växlare
Standards:	Ramavtal, AMA, BBR
FoU:	Om behovs- och klimtanpassning, systemstudier
Info rådgivning:	Förvaltare och driftpersonal
Ev utbildn:	Förvaltare och driftpersonal

4. Klimatkyla

De åtgärder som kostnadskalkylerats i STIL-studien, nattventilation för kylning och rengöring kondensor gav en investeringskostnad på 0,5 kr/kWh årlig sparad energi. Nattventilation var den dominerande åtgärden.

Elbehovet för klimatkyla ökar spontant, trots minskade kylbehov, om inte bättre hänsyn tas till solavskärmning, minskade värmelaster, möjligheter till nattkylning och stomackumulering av värme/kyla beaktas. Vid investeringstillfället är dessa alternativ mindre kostsamma än installation av kylaggregat. Bästa teknik består alltså av solavskärmning, nattackumulering, mm.

Acceptansen för bättre styrning är låg utan insatser i bättre vägledning och styrning av byggherrens programskede. det betyder att en andel gör rätt men detta uppvägs av ökad andel klimatkylainstallationer.

5. Kyl/frysanläggningar

Kyl/frysanläggningar kan bli effektivare genom bättre skötsel och genom upphandling av effektivare apparater. Potentialen uppskattas i ref 1. till 30%, varav 10% ligger i effektivare skötsel. Merkostnaden för den effektivare apparaten kan uppskattas till 1 kr/kWh (högt räknat utifrån erfarenheterna från hushållens kylutrustning). Merkostnaden för den spontana utvecklingen är noll, analogt med kylförvaring i hushåll.

Dagens teknik (kWh/m ²)	Stock	Bästa	Besp (%)	Merk 1 kr/kWh	Acc. (%)	Merk 2 kr/kWh	Acc-20 (%)
Ventilation	16,3	8,2	50	3,40	16	3,40	30
Klimatkyla	4	0	100	0	0	0	0
Kyl/frys	7,8		30	0,66	22		33

Tabell 4. Besparing i förhållande till stockens åtgångstal, samt bedömd acceptans fram till år 2010. Alternativet "Dagens Teknik".

Morgondagens (kWh/m ²)	Stock	Bästa	Besp (%)	Merk 1 kr/kWh	Acc. (%)	Merk 2 kr/kWh	Acc-20 (%)
Ventilation	16,3	8,2	60	3,40	33	3,40	60
Klimatkyla	4	0	100	0	50	0	80
Kyl/frys	7,8		30	0,66	70		100

Tabell 5 Besparing i förhållande till stockens åtgångstal, samt bedömd acceptans fram till år 2010. Alternativet "Morgondagens Teknik".

6. Kontorsmaskiner

Utvecklingen går här mycket snabbt. Viktigaste trender är mot självsläckande bildskärmar och datorer, samt nedkoppling av skrivare, faxar, kopiatorer mm till viloläge. Denna utveckling pågår redan nu och kommer att slå igenom fullt ut inom några få år på nya maskiner.

Den andra viktiga långsiktiga trenden är effektnivån på den då kvarvarande viloströmmen och den gäller även för datorer och skärmar. Här kan nivån påverkas av programinsatser (internationella) och ger skillnader i utfall mellan alternativ 1 och 2.

Slutligen kan en långsiktig utveckling mot andra skärmtyper än de energislukande elektronrören förutses och då minskar elanvändningen även under användningstiden.

Tillsammans bedöms dessa förändringar att betyda avsevärt mer än en fortsatt snabb apparattillväxt, vilket beaktas i analysen. Underlaget har hämtats från ref1. För denna apparatgrupp känns det inte meningsfullt att diskutera olika acceptansnivåer.

7. Resultat till år 2010

Sc 3 - 2010 Dagens. Åtgärd - lokaler	Te/ek pot (GWh)	Merinvest. 1 (mkr)	DoU (mkr)	Acc (%/100)	(GWh)	Merinv 2 (mkr)
Belysning	3887	1635		0,64	2479	0
Ventilation	785	2669		0,16	126	427
Klimatkyla	612	0		0,00	0	0
Kyl/frys	358	352		0,22	79	0
Kontorsapparater	400	0			400	0
Summa	6042	4662	0		3083	427

Tabell 6. Besparing år 2010 i förhållande till 1993 års elanvändning, samt merinvestering. Alternativet "Dagens Teknik".

Om merinvestering 2 i grundfallet istället jämförs med alternativet sämsta tänkbara standard blir merkostnaden ca 4,7 mdr.

Sc 3 - 2010 Morgond. Åtgärd	Te/ek pot (GWh)	Merinvest. 1 (mkr)	DoU (mkr)	Acc (%/100)	Eff (GWh)	Merinv 2 (mkr)
Belysning	3887	837	0	0,76	2949	280
Ventilation	785	2669	0	0,33	259	881
Klimatkyla	612	0	0	0,5	306	0
Kyl/frys	358	358	0	0,7	251	172
Kontorsapparater	500	0			500	0
Summa	6142	3864	0		4265	1333

Tabell 7. Besparing år 2010 i förhållande till 1993 års elanvändning, samt merinvestering. Alternativet "Morgondagens Teknik".

De studerade områden omfattar 11,3 TWh 1991 och är alltså inte heltäckande.

8. Resultat till år 2020

Sc 3 - 2020 Dagens Åtgärd - lokaler	Te/ek pot (GWh)	Merinvest. 1 (mkr)	DoU (mkr)	Acc (%/100)	(GWh)	Merinv 2 (mkr)
Belysning	3887	1090	0	0,73	2831	0
Ventilation	1247	4240	0	0,30	374	1272
Klimatkyla	612	0	0	0,00	0	0
Kyl/frys	358	236	0	0,22	79	0
Kontorsapparater	750	0			750	0
Summa	6853	5560	0		4034	1272

Tabell 8. Besparing år 2020 i förhållande till 1993 års elanvändning, samt merinvestering. Alternativet "Dagens Teknik".

Sc 3 - 2020 Morgond. Åtgärd	Te/ek pot (GWh)	Merinvest. 1 (mkr)	DoU (mkr)	Acc (%/100)	(GWh)	Merinv 2 (mkr)
Belysning	3887	249	0	0,87	3393	250
Ventilation	1247	4240	0	0,60	748	2544
Klimatkyla	612	0	0	0,8	490	0
Kyl/frys	358	236	0	1	358	279
Kontorsapparater	850	0			850	0
Summa	6953	4725	0		5839	3073

Tabell 9. Besparing år 2020 i förhållande till 1993 års elanvändning, samt merinvestering. Alternativet "Morgondagens Teknik".

9. Scenario 4.

Scenario 4 innebär högre elpriser för hushållen. Alternativ 1 a som grundas på dagens teknik påverkas inte alls, men däremot bör acceptansen påverkas, dvs att fler beaktar energiaspekten och väljer bland de mer energieffektiva alternativen. Utan programinsatser kommer dock elkostnaderna vara mindre uppmärksammade. I alternativ 2a med morgondagens teknik och programinsatser kan den absoluta potentialen öka något med ökat elpris.

Störst betydelse får elprishöjningarna för alternativ 2 a, där också acceptansen beaktas. För detta alternativ uppskattas den långsiktiga (till år 2020) effekten på en ca 30%-ig elprishöjning bli 10% lägre elåtgång. Med detta undelag har besparingspotentialerna för scenario 4 jämfört med scenario 3 justerats upp enligt följande tabell.

Alternativ	2010	2020
1a	0%	0%
1b	3%	5%
2a	3%	5%
2b	7%	10%

Tabell 10. Uppjustering av effektiviseringspotentialer i sc 4 jfr sc 3.

10. Marginalkostnad

Kommissionen har också efterfrågat marginalkostnad för marginalbesparing. Här definieras marginalbesparing som besparing utöver spontan effektivisering, där hänsyn tagits också till spontan pris- och teknisk utveckling. Dvs alternativ 2a jämfört med 1b, där dock korrigeringar för bedömd pris- och prestandautveckling beaktats. För att undvika missförstånd kallas detta för alt 1c. Inom vissa områden är prestanda och prisrelationer samma som idag, dvs 1c är samma som 1b.

Om merinvesteringen för en bedömd programpåverkad utveckling ska jämföras med en spontan utveckling är det istället 2b som ska jämföras med 1c. Det ingår inte i denna beställning, varför vi begränsar redovisningen till marginalkostnaden för den tekn/ekonomiska potentialen (2a - 1c). Vidare begränsas redovisningen till en bedömning för år 2010, se 3..

Sc 3 - 2010 Åtgärd	Marginalb. (GWh)	Marginalinv. (mkr)	(kr/kWh)
Belysning	1408	837	0,6
Ventilation	659	2242	3,4
Klimatkyla	612	0	0
Kyl/frys	279	358	1,3
Summa	2960	3437	1,20

Tabell 11. Marginalkostnad för marginalbesparing i lokalsektorns elanvändning

Besparingen i ventilation ger också besparingar i uppvärmning, vilket inte ingår i denna redovisning (se uppvärmning, lokaler).

11. Tillkommande lokalytor

Vi förutsätter att installationerna i tillkommande ytor följer de till BBR kopplade rekommendationerna vilket för belysning är 12 Watt/m² primäryta och 8 Watt/m² för sekundära ytor, 1800 h/år, samt SFP 2,5 kW/m³/s, i genomsnitt 3000h/år, samt 1,5 l/s,m².

Detta bör ge åtgångstal för belysning på 20 kWh/år, m², samt 12 kWh/år,m² för ventilation.

Om belysning och ventilation även framledes står för 50% av elanvändningen betyder detta ett åtgångstal på 64 kWh/m² i alternativ 1, dagens teknik. Beaktas utvecklingen av bättre belysning, HF-don, filter med låga tryckfall, kan ca 50 kWh/m² vara ett bättre värde. Dock stor osäkerhet.

12. Spillvärmeeffekter

Minskad elåtgång i apparater innebär också mindre spillvärme och ökade uppvärmningsbehov under uppvärmningsperioden. Många lokaltyper har dock övertemperaturer under dagtid stora delar av året. Det saknas bra underlag för att avgöra hur många uppvärmningstimmar som gäller för arbetstid i lokaler. Vidare

är det oklart hur mycket av spillvärmen från t ex belysningsarmaturer som sitter i taket som följer med frånluften ut och hur mycket som hinner avges till rummet.

För ventilationssystemen är det bara tilluftsfläktens motor som ger spillvärme. Kyl/frys-system i livsmedelsbutiker har till ca 50% värmeåtervinning (enligt STIL-studien).

För att få ett mått på hur spillvärme påverkas av besparingar används följande antaganden och fördelningstal för elbesparing (fördelning enligt 1a).

	Uppskattad nyttograd (%)	Fördelningstal (%)	viktad spillvärmeeffekt (%)
Belysning	60	63	38
Ventilation	50	13	6,5
Klimatkyla	0	10	0
Kyl/frys	50	6	3
Kontorsapparater	80	7	5,6
Summa spillvärmeeffekt			53 %

Tabell 12. Relativa spillvärmeeffekter för olika installationer i lokaler.

Nyttan finns bara under uppvärmningstiden. En grov uppskattning kan vara att kontor, livsmedelsbutiker, bank, försäkring, rest/hotell och skolor som tillsammans står för 60% av lokalytan bara har nytta av spillvärmen under 3 månader, resten av året ger det oönskade övertemperaturer. Kvarvarande 40% antages ha nytta av spillvärmen under 7 månader av året. Det en genomsnittlig uppvärmningsperiod på 38% av drifttiden.

Tillsammans med spillvärmeeffekten ger detta ett nyttiggörande på 20% av spillvärmen. Då har inte beaktats att 10% av belysningselen är utebelysning som inte ger spillvärmeeffekter och där effektiviseringar inte heller påverkar uppvärmningen.

Scenario 3 (TWh)	2010				2020			
	1a	1b	2a	2b	1a	1b	2a	2b
Ökat värmebehov	1,2	0,6	1,2	0,9	1,4	0,8	1,4	1,2

Scenario 4 (TWh)	2010				2020			
	1a	1b	2a	2b	1a	1b	2a	2b
Ökat värmebehov	1,2	0,6	1,2	1,0	1,4	0,8	1,5	1,3

Tabell 13. Ökade värmebehov som konsekvens av minskad spillvärme från installationer.

15. Referenser

1. Framtida elanvändning - effektiviseringspotentialer, NUTEK Effektivare energianvändning.
2. Lokalerna och energihushållning (STIL-studien), Vattenfall.
3. "Ta ett steg till", effektivare drift med utökad ventilationskontroll. BFR T9:1995.
4. Elanvändning för ventilation i nya och gamla kontor, NUTEK R1995;17.

Elvärmekonverteringar och merinvesteringar i Småhus

Underlagsmaterial till sekretariatet för
Energikommissionen

Oktober 1995

**Eje Sandberg
ESAN Energi AB**

Innehåll

	Sida
1.1 Metod	3
2. Värmepumpar och/eller hushållning?	4
3. Resultat Scenario 3	5
3.1 Dagens Teknik - teknisk-ekonomisk potential	5
3.2 Dagens teknik - acceptans	6
3.3 Dagens teknik - 2020.	6
3.4 Morgondagens teknik	6
3.5 Sammanfattande resultattabell Scenario 3	7
4. Resultat scenario 4	7
4.1 Dagens Teknik - teknisk-ekonomisk potential	7
4.2 Dagens Teknik - acceptans	8
4.3 Dagens Teknik - 2020.	8
4.4 Morgondagens teknik	8
4.5 Sammanfattande resultattabell Scenario 4	9
5. Marginalkostnadsanalys	9
6. Referenser	10

Appendix 1. K- smh Sc 3 dagens teknik

Appendix 2. K- smh Sc 3 morgondagens teknik

Appendix 1. K- smh Sc 4 dagens teknik

Appendix 1. K- smh Sc 4 morgondagens teknik

Elvärme

1.1 Metod

För elvärmda småhus antages följande;

För direktelvärmda småhus och småhus med vattenburen elvärme som inte tidigare haft annat än elvärme studeras enbart möjligheten att installera en värmepump enligt NUTEKs teknikupphandlingsresultat. Värmepumpens prestanda baseras på uppmätt årsenergibesparing vilket givit en årsmedelsverkningsgrad på ca 3,5. Investeringskostnaden gäller enligt offerter.

Här finns därutöver möjligheter att installera braskamin för ved/brikett- eldning. Det senare är lönsamt om inte arbetskostnaderna beaktas. Någon egentlig kalkyl är därför inte meningsfull, utan istället justeras slutresultatet.

För småhus med vattenburen elvärme som inte längre har oljeeldningsutrustning har endast värmepumpsalternativet studerats. I dessa hus finns också skorsten så en konvertering till vedeldning är också möjlig, men har i tidigare studier (ref 1) varit en lönsam åtgärd först vid högre elpriser och bedöms här utgöra ett handlingsalternativ till värmepumpar, men med högre investeringskostnad och lägre acceptans. I de äldre husen finns också kakelugnar o dyl, även till detta måste hänsyn tas vid bedömning.

För kombipannor som använder el i kombination med olja eller ved antages i kalkylen att dagens vedeldning upphör. Med ökande el- och oljepriser är detta en klar undervärdering av framtida vedeldning, men i resultatsammanställningen görs ingen åtskillnad på olja eller vedbränsle, varför denna förenkling i kalkylen inte påverkar resultatet. En ökad andel vedeldning i kombipannor på bekostnad av olja påverkar investeringskostnaderna något vid utybytestillfället.

I kombisystem med olja el studeras lönsamheten för följande alternativ:

1. Fortsatt olja i bef. utr.
2. Fortsatt olja i bef. utr. + värmepump
3. Byte till ny oljep.
4. Byte till ny oljep. + värmepump
5. Byte till ny elp. + värmepump

Elpriset studeras som medelpris under perioden utom för elvärmda system där också kompletterande investering kan motiveras under hela perioden. Då användes elpriset för 2010.

Värmepumpens besparing i dagens stock med nuvarande åtgångstal varierar mellan 6,5 MWh och 11 MWh beroende på om enbart värme (direktelvärmda

småhus och i kombination med oljepanna) ersätts eller värme + varmvatten, samt av förbrukningsnivå.

Kalkylen är förenklad och olika alternativ med låglastel har inte studerats. Sådana alternativ är inte intressanta om värmepump installeras, eftersom den rörliga kostnaden då alltid blir lägre, men väl om ett alternativ med fortsatt kombination el-olja ska studeras. Tidigare studier (ref 1.) visar dock att med de givna förutsättningarna är oljebaserad energi lägre även under låglasttid år 2010.

Lönsamhetsanalysen (summa nukostnad) visar att vid en utbytessituation ger kombinationen 4, värmepump + ny oljepanna något lägre kostnader än alternativet 5, värmepump med elspets. Detta med undantag av det marknadssegment som gör av med minst värmeenergi.

Skillnaden i utfall är dock liten och kommer i hög utsträckning påverkas av vilka erbjudanden som ges vid utbytestillfället, eventuella kampanjer, vilket som ger installatören bäst provision mm. Även organiserade kampanjer från Vattenfall (pågår redan) för att ersätta oljepannor med värmepumpar och elpanna kan få stor betydelse.

Beroende på utfall blir slutresultatet vad gäller el, respektive olje/vedanvändning betydande.

Vid högre elpriser (sc 4) ökar lönsamheten med oljepannan ytterligare.

Att komplettera en befintlig oljepanna med en värmepump för 28.000 kronor har endast en svag lönsamhet.

För de elvärmda byggnaderna (direktelvärmda och med vattenburen el) ger installation av värmepump för alla grupper en bättre ekonomi än att bara fortsätta med el. Återbetalningstiden varierar mellan 4 och 9,5 år, med sämst ekonomi för husen med lägst energiåtgången. I scenariet med högre elpriser (Sc4) sjunker återbetalningstiden till mellan 3,4 till 7,7 år.

2. Värmepumpar och/eller hushållning?

Av analysen från Bengt Dahlgren över besparingskostnad framgår hur effektiviseringspotential beror på besparingskostnadsnivå.

I det elvärmda beståndet vid ett elpris på 65 öre/kWh (Sc 3 2010) utgör effektiviseringspotentialen 6,2 TWh eller 27%. Dito för Sc 4 och 92 öre/kWh är 7,5 TWh.

För den fortsatta analysen antas att effektiviseringar upp till en besparingskostnad på ca 30 öre/kWh först genomföres. Därefter beräknas huruvida installation av värmepumpar är ekonomiskt. I hus med värmepumpen

installerad kvarstår en ytterligare besparingspotential, men dessa ger då ett sämre ekonomiskt utfall. Om värmepumpen har en täckningsgrad på 75% av värmebehovet halveras det ekonomiska utfallet av fortsatta hushållningsåtgärder jämfört med utan värmepump.

Vidare ska vi jämföra byggåtgärder med 30 års livslängd med värmepumpsinvesteringen. Här antages markvärme/bergvärmedelen ha en livslängd på 30 år och kompressordelen 15 år. Ett nytt kompressorpaket kostar 4 kkr och med installation 6 kkr. Vidare antages att 20% av installationerna behöver en helt ny värmepump á 25 kkr. Summa nuvärde för värmepumpen ökar därmed med ca 13%, men då kan också investeringen jämföras med andra åtgärder med 30 års livslängd.

I de direktelvärmda husen är besparingsresultatet i viss mån beroende av husets förutsättningar. Detta kan kompenseras med fler luftkonvektorer, men ökar då också kostnaden. För de direktelvärmda husen lägger vi på en förlustfaktor på 10% för att kompensera för hus med sämre förutsättningar och studerar om åtgärden då längre är intressant. I husen med vattenburen el ökas investeringskostnaden med 10% för att kompensera för installationsmässiga problem mm (enklare att beräkna).

I alternativet med morgondagens teknik kan vi ta hänsyn till fortsatt produktutveckling mm genom att ta bort ovan angivna restriktioner/kostnadspålägg.

3. Resultat Scenario 3

3.1 Dagens Teknik - teknisk-ekonomisk potential

Värmepumpen är lönsam i samtliga grupper utom de med ELAK-standard. Den totala sparpotentialen blir 8 TWh el och 1,9 TWh bränsle och en merinvestering på 38 mdr beaktat återinvesteringsbehovet under 30 år.

Detta ger en besparingskostnad¹ på 31 öre/kWh om bränslebesparing värderas ner med 50% (lägre energipris) i hus med blandade energislag. Detta innebär att värmepumpen ska konkurrera med andra hushållningsåtgärder som kostar upp till 31 öre/kWh vid beräkning av den teknisk-ekonomiska potentialen. Om alla åtgärder upp till 31 öre/kWh genomförs innan värmepumpar installeras och värmepumparna därefter halverar fortsatt sparåtgärder finns knappast några ekonomiska sparåtgärder kvar för ett elpris under 65 öre/kWh.

Om värmepumparna ska införas i steg kan följande grupper användas;

Tek/ek potential (TWh)	Merinvestering (mdr)	Besparingskostnad öre/kWh
---------------------------	-------------------------	------------------------------

¹ Beräknad som årskostnad (6% kalkylränta 30 år) genom årlig energibesparing

Direktelvärmnda småhus:	3	13,2	32
Elpannehus	2,5	10,2	30
Kombipannor	2,9 + (1,9)	16,7	32

Bränslebesparingen (i parentesen) värderas till 50% vid beräkning av besparingskostnaden.

3.2 Dagens teknik - acceptans

Acceptansfaktorn enligt K-Konsults figur i rapport "Eff) ger acceptans på mellan 8% till 27% och 16% i medeltal. Se appendix K-elv smh Sc3 dagens T.

Delresultat;

Elkonvertering;	6,9 TWh (varav 1 TWh i de helt elvärmnda småhusen)
Ökad bränsleanv;	6,1 TWh (från detta ska hushållningen dras)
Merinvestering;	5,4 mdr

Denna beräkning ger något låg penetration av värmepumpar eftersom investeringskostnaden belastades med framtida reinvesteringskostnader, medan acceptanskurvan gäller rak pay-off. Hushållning med 13,5% har beaktats vid lönsamhetskalkylen vilket ju skulle förutsätta 100% acceptans för hushållning. Samtidigt kan detta kompensera för att i praktiken kommer sämre produkter också att konkurrera på marknaden med sämre resultat som följd.

(Utan hushållning och om inte reinvesteringsbehovet beaktas ökar acceptansen så att ytterligare 200 - 300 GWh sparas och investeringen ökar med 0,6 - 0,9 mdr.)

3.3 Dagens teknik - 2020.

Detta alternativ innebär att elpriserna är lägre inledningsvis, vilket kan tänkas öka andelen konvertering till "elpanna i kombination med värmepump", det mest ekonomiska alternativet för alla dagens olje/el-panneanvändare med dagens energipriser vid utbytestillfället. Om därmed också dagens tidstariffer kommer att leva vidare en tid kan en fortsatt kombinationsdrift el-olja vara väl så attraktivt ytterligare en period. Resultatet blir en förskjutning av värmepumpsinstallationer i tiden. Den viktigaste skillnaden kan vara att tidsperioden är längre och att fler hinner installera värmepumpar i småhus med enbart elvärme. Uppskattningsvis ökar acceptansen från 16% till 22% och därmed minskar elvärmens med ytterligare 300 GWh, jfr 2010.

3.4 Morgondagens teknik

I detta alternativ antager vi att de prestanda som NUTEK-upphandlingen erhållit blir praktiskt realiserbart i hela beståndet och att de kostnader som redovisats håller. Vidare antager vi att informations- och rådgivningsinsatser försvårar för oseriösa leverantörer och att även konkurrenterna får fram lika bra produkter som redan demonstrerats.

Analysen genomförs med aktuell prisnivå för år 2010.

I den teknisk-ekonomiska potentialen beaktas en energihushållning till nivån 13,5% som medel för husägaren vid investeringstillfället.

Acceptansen beaktar att energiserviceföretag växer upp (med stöd av staten i dess inledningsskede) och att finansiella instrument etableras som underlättar investering i värmepumpslösningar (t ex via elleverantören och att återbetalningen sker över elräkningen).

I acceptansalternativet beaktas en energihushållning till nivån 7% vid investeringstillfället.

Resultaten ger en acceptans på 33%, denna siffra korrigeras ner till 30% för år 2010 och upp till 36% för år 2020. Därmed erhålles ett resultat enligt följande tabell:

Sc 3 Morgondagens T	Tekn /Ek	Med acceptans	
		2010	2020
Elkonv. (TWh)	8,8	7,3	7,9
Ökad bränsle (TWh)	-1,9	4,6	4,6
Merinv (mdr).;	38	11,0	13,2
Energisparkostnad	28 öre/kWh		

Merinvesteringen inkluderar reinvesteringsbehov för att få en teknisk livslängd på 30 år.

3.5 Sammanfattande resultattabell Scenario 3

Scenario 3	2010				2020			
	1a	1b	2a	2b	1a	1b	2a	2b
Elkonv. (TWh)	8	6,9	8,8	7,3	8	6,6	8,8	7,9
Bränslesp. (TWh)	1,9	-6,1	1,9	-4,6	1,9	-6,1	1,9	-4,6
Merinv (mdr).;	38	5,4	38	11,0	38	6,5	38	13,2

4. Resultat scenario 4

Samma beräkningsförutsättningar har använts som i Sc 3 utom att bränsle och elpriserna har justerats. Eftersom investeringskostnaden per sparad kilowattimme är samma som i Sc 3 blir också konkurrensen med andra hushållningsåtgärder lika som i Sc 3.

4.1 Dagens Teknik - teknisk-ekonomisk potential

Samma resultat som i Sc 3 eftersom samtliga grupper utom ELAK-husen är lönsamma att installera värmepumpar i.

4.2 Dagens Teknik - acceptans

Acceptansfaktorn enligt K-Konsults figur i rapport "Eff ger en acceptans på mellan 8% och 30% och 19% i medeltal.

Elkonvertering;	7,2 TWh (varav 1,4 TWh i de helt elvärmade småhusen)
Ökad bränsleanv;	6,2 TWh (från detta ska hushållningen dras)
Merinvestering;	6,9 mdr

4.3 Dagens Teknik - 2020.

Uppskattningsvis ökar acceptansen från 19% till 25% och därmed minskar elvärmens med ytterligare 400 GWh jämfört med år 2010 och till en tillkommande merinvestering på 137 mkr.

Bland småhusen som enbart har elvärme bedöms med dagens teknik acceptansen vara 25%. Det betyder att 75% av dessa hus fortfarande har mycket höga elkostnader, ca 15 - 20.000 kr/år. Det går därför inte längre att bortse från att vedeldning i braskaminer och kakelugnar kommer att öka påtagligt vid de elpriser som gäller i Sc 4.

Vi antager att de småhus med elvärmesystem som redan idag eldar med ved i kaminer och kakelugnar, ca 180.000 hus ökar sin vedeldning från dagens ca 0,5 till 0,7 TWh i genomsnitt. Någon närmre studie om eldningsvanor ligger dock inte bakom detta antagande.

Vidare antager vi att 20% av de kvarvarande 640.000 småhusen med ren elvärme installerar kaminer eller kakelugnar och därmed ersätter 2,0 MWh/hus el. Totalt skulle ökad bibränsleeldning då minska elvärmens med ca 0,5 TWh mot uppoffring av ca 0,8 TWh ved och en investering på ca 2,6 mdr kronor. Det finns en pågående NUTEK-utvärdering av hur mycket el nyinstallerade kaminer ersätter. Data från denna utvärdering kan ge skäl till en omvärdering av ovanstående antagande.

4.4 Morgondagens teknik

Analysen genomförs med aktuell prisnivå för år 2010.

I acceptansalternativet beaktas en energihushållning till nivån 7% vid investeringstillfället.

Resultaten ger en acceptans på 34%, denna siffra korrigeras ner till 30% för år 2010 och upp till 38% för år 2020. Därmed erhålles ett resultat enligt följande tabell:

Sc 3 Morgondagens T	Tekn /Ek	Med acceptans	
		2010	2020
Elkonv. (TWh)	8,8	8,3	8,9
Ökad bränsle (TWh)	-1,9	5,7	5,7
Merinv (mdr).;	38	11,3	13,1
Energispar kostnad	28 öre/kWh		

Merinvesteringen inkluderar reinvesteringsbehov för att få en teknisk livslängd på 30 år.

Bland småhusen som enbart har elvärme bedöms med morgondagens teknik acceptansen vara 46%. Det betyder att 54% av dessa hus fortfarande har mycket höga elkostnader, ca 15 - 20.000 kr/år. Genom olika programinsatser kan dels rationella eldningssteknik, typ pelletskaminer, få en snabbare spridning och dels kan stöd till olika system för rationella bränsleleveranser underlätta för biobränsleeldning. Med 80% värm täckning skulle teoretiskt så mycket som 2,5 TWh el kunna ersättas för kvarvarande uppvärmning efter avdrag för varmvatten, fortsatt hushållning och installation av värmepumpar. Utan bättre underlag antager vi att samma nivå på besparing per hus erhålles och lika många installationer sker. Acceptansen ökar, men underlaget har minskat.

4.5 Sammanfattande resultattabell Scenario 4

Scenario 4	2010				2020			
	1a	1b	2a	2b	1a	1b	2a	2b
Elkonv. (TWh)	8	7,2	8,8	8,3	8	7,6	8,8	8,9
Bränslesp. (TWh)	1,9	-6,2	1,9	-5,7	1,9	-6,1	1,9	-5,7
Merinv (mdr).;	38	6,9	38	11,3	38	6,6	38	13,1
Inv/besp								
Ytterligare förändring pga ökad "ved"-eldning								
Elkonv. (TWh)		0,4		0,4		0,5		0,5
Bränslesp. (TWh)		-0,6		-0,6		-0,8		-0,8
Merinv (mdr).;		2,1		2,1		2,6		2,6

5. Marginalkostnadsanalys

Vad kostar den extra besparingen utöver vad som bedöms som spontan utveckling? I följande tabell analyseras två alternativ, dels den totala potentialen (2a) med den spontana utvecklingen (1b) och dels en programpåverkad utveckling (2b), där ytterligare installationer sker men där trögheter beaktas och installationer sker där i första hand bäst förutsättningar finns, med den spontana utvecklingen (1b).

	2a-1b	2b-1b
Elkonv. (TWh)	1,9	1,1
Bränslesp. (TWh)	9	0,5
Merinv (mdr).;	32,6	4,4
Inv/besp 1)	5,1	3,4

1) bränslebesparingen har halverats jfr elbesparingen vid divisionen.

Jämförelsen i form av investering/besparing är något vanskligheter eftersom hänsyn även måste tas till förändringar av bränsleanvändningen. Ändå visar resultatet att kostnadseffektiviteten är större om bara en del av potentialen tas i anspråk (2b) jämfört med hela potentialen (2a), vilket ju också är naturligt eftersom hus med bättre förutsättningar har en högre acceptans i alternativet 2a där hänsyn till acceptans tas.

I nästa tabell redovisas en sortering av de olika småhuskategorierna med enbart elvärme (annars svårt att jämföra) i alt 2b efter kostnad per besparing;

<u>kr/kWh</u>	<u>GWh</u>	<u>mkr</u>
2,9	423	1242
2,9	423	1242
3,3	504	1656
3,3	336	1104
3,4	303	1021
3,4	312	1049
3,6	684	2484
3,7	450	1656
3,7	300	1104
4,1	306	1242
4,1	306	1242
4,2	284	1187
4,2	277	1159
4,4	378	1656
4,4	252	1104
4,6	540	2484
	6078,0	22632,0

Småhuskategorier med hög elanvändning och vattenburen värme hamnar överst i tabellen.

I de helt elvärmda småhusen är en automatiserad pellets-kamin (påfyllning var annan dag) ett handlingsalternativ. En sådan ger en värmekostnad på 55 - 70 öre/kWh. Värmekostnaden blir lägre hos större förbrukare, men lönsamheten jämfört med en värmepump blir bättre först vid höga elpriser.

6. Referenser

1. Framtida elanvändning - effektiviseringspotentialer, NUTEK Effektivare energianvändning.



Bengt Dahlgren AB

BILAGA 4

**ENERGISPARPOTENTIAL
OCH
INVESTERINGSBEHOV
I
BOSTADSBESTÅNDET**

- Värmehushållningsåtgärder -



**Underlagsmaterial till
Energikommissionens
sekretariat**

**Anders Nilson
Christer Hjalmarsson**

1995-10-26

**Arbetsnummer: 50-8124900
Dokument: BILAGA4.DOC**

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

- 1 SYFTE OCH AVGRÄNSNINGAR**
- 2 BERÄKNINGSFÖRUTSÄTTNINGAR**
- 3 BERÄKNINGSMETOD**
- 4 ENERGISPARPOTENTIAL OCH INVESTERINGAR**
 - 4.1 Scenario 3**
 - 4.2 Scenario 4**
- 5 SAMMANFATTNING**
- 6 REFERENSER**

1 SYFTE OCH AVGRÄNSNINGAR

På uppdrag av Energikommisionens expertgrupp "Energianvändning och effektivisering", har vi inför beslutet om kärnkraftsavvecklingen bedömt den **tekniskt-ekonomiska energihushållningspotentialen** i det svenska bostadsbeståndet samt tillhörande **investeringsbehov**.

I uppdraget har också ingått att bedöma hur stor del av den tekniskt-ekonomiska potentialen som förväntas bli genomförd.

2 BERÄKNINGSFÖRUTSÄTTNINGAR

Bestämningen av energihushållningspotentialen för bostadsbeståndet utgår från beräkningar på enskild husnivå med hjälp av de bägge omfattande statistiska undersökningarna av bostadsbeståndet ERBOL [15] respektive ELIB [14]. Beräkningarna har skett med den av oss utvecklade och i dessa sammanhang sedan början av 1980-talet använda MSA-modellen (MiniSystemAnalys). Potentialbedömningarna på nationell nivå har erhållits genom uppskalning. MSA-modellen beskrivs närmare i "Energi i byggd miljö" [3] samt i "Energisparmöjligheter i befintlig bebyggelse" [9].

Beräkningarna har skett utifrån två givna energiprisscenarier och med 1993 års kostnadsläge vad gäller investeringskostnader etc. Utöver detta har alternativa tidpunkter för kärnkraftsavvecklingen studerats (år 2010 respektive år 2020). Dessutom har analyser skett med beaktande av såväl dagens som morgondagens teknik.

Husbeståndet som ligger till grund för beräkningarna utgörs av de från ERBOL-undersökningen [15] erhållna besiktningsdata där hänsyn har tagits till de i den senare gjorda sk ELIB undersökningen [6,14] noterbara skillnaderna i husbeståndet.

Beskrivning av befintliga teknikområden görs bl a i "Energisparteknik i befintlig bebyggelse" [7]. De åtgärdsgrupper som behandlas är de vilka leder till att energin utnyttjas effektivare i det befintliga energisystemet **inom** byggnaden.

De åtgärder som behandlas kan sammanfattas i **fyra olika åtgärdsgrupper**, vilka redovisas nedan. För en mer detaljerad redovisning inklusive villkor för genomförande etc hänvisas till "Energisparmöjligheter i befintlig bebyggelse" [9].

Vindsåtgärder (A) -Tilläggsisolering av vindsbjälklag både invändigt och utvändigt samt tilläggsisolering av uppvärmd vind.

Fasadåtgärder (B) - Utvändigt tilläggsisolering av yttervägg inklusive källaryttervägg ovan och under mark.

Fönsteråtgärder (C) - Tilläggsisolering av fönster (tilläggsruta) samt fönsterbyte.

Installationstekniska åtgärder (D) - Värmeproduktionsåtgärder typ brännarbyte och installation av regulatorer. - Värmedistributionsåtgärder typ injustering, termostater och central temperaturreglering. - Tappvarmvatten typ temperatur- och

flödes-begränsning. - Ventilationsåtgärder typ injustering, drifttidsstyrning, värmeåtervinning samt frånluftsvärmepump för varmvattenberedning.

Investeringskostnaderna avser 1993 års prisläge exkl moms, vilket i stort sett är likvärdigt med dagens prisläge.

Hänsyn till underhålls- och reparationsbehov för olika byggnads- och anläggningsdelar i beståndet har tagits genom att energisparkalkylen i sådana fall endast belastats med **marginalkostnaden** för energisparåtgärden. Renoveringsbehovet för byggnadsbeståndet finns redovisat i de bägge statistiska undersökningarna ERBOL och ELIB.

För beräkning av tillkommande **underhållskostnader** på grund av insatta energisparåtgärder har en schablon på 2 % av investeringskostnaden för installationstekniska åtgärder använts i normalfallet och 0% för byggnadstekniska åtgärder.

Den **reala kalkylräntan** är 6 % och då inga nya datorkörningar av tidsskäl med MSA-modellen varit möjliga att genomföra, har ett **genomsnittligt energipris** beräknats med hjälp av fördelningen på uppvärmningssystem enligt "Bostadsbeståndets tekniska egenskaper" [14]. Både den årliga ökningen och det genomsnittliga energipriset har beräknats utifrån de i "Scenarier över energisystemets utveckling år 2020" [17] angivna energipriserna för respektive energislag.

Det genomsnittliga energipriset för alla bostäder i **scenario 3** [17] år 2010 är ca 45 öre/kWh och för år 2020 knappt 50 öre/kWh, vilket motsvarar en genomsnittlig real energiprisökning på ca 1% i jämförelse med 1993 års energiprisnivå.

För **elvärmade bostäder** motsvarar detta ett genomsnittligt energipris på ca 65 öre/kWh år 2010 respektive knappt 70 öre/kWh år 2020. För **icke elvärmade bostäder** blir det drygt 35 öre/kWh år 2010 respektive knappt 40 öre/kWh år 2020.

I **scenario 4** [17] är motsvarande energipris för alla bostäder år 2010 drygt 60 öre/kWh och för år 2020 ca 65 öre/kWh, vilket motsvarar en genomsnittlig real energi-prisökning på drygt 3.5% fram till år 2010, i jämförelse med 1993 års energiprisnivå.

För **elvärmade bostäder** motsvarar detta ett genomsnittligt energipriset på ca 90 öre/kWh år 2010 respektive 92 öre/kWh år 2020. För **icke elvärmade bostäder** blir det ca 50 öre/kWh år 2010 respektive ca 55 öre/kWh år 2020.

3 BERÄKNINGSMETOD

MSA-modellen består av ett antal programrutiner för energibalans- och lönsamhetsberäkningar. I denna PM utnyttjas huvudsakligen lönsamhetsmättet **bruttobesparingskostnad**. Detta gör att redovisade besparingsnivåer direkt kan jämföras med gällande energipriser uttryckt i bruttoenergienheter (öre/kWh).

Besparingspotentialen redovisas i förhållande till 1993 års energianvändning för uppvärmning och varmvatten i bostadsbeståndet. I jämförelse med potentialer redovisade i bl a "Energi i byggd miljö" [3] har viss del av den då redovisade potentialen redan hämtats hem, vilket bl a styrks av erhållna resultat i ELIB-undersökningen [14].

Av ELIB-undersökningen framgår att vindsisoleringar utförts i framförallt småhus byggda före 1960 och flerbostadshus byggda före 1975 samt att fasadåtgärder på flerbostadshus byggda före 1960 och småhus byggda före 1940 åtgärdats. Dessutom har ca 7 % av alla 2-glasfönster ersatts med 3-glasfönster i beståndet. Till detta kommer alla de enklare installationstekniska åtgärderna, varför vi bedömer att potentialen har minskat med i storleksordning 3 - 6 TWh_{brutto} i jämförelse med redovisade potentialnivåkurvor i "Energisparmöjligheter i befintlig bebyggelse" [9] respektive "Energi 85 - Energianvändning i bebyggelse" [2].

Den totala energianvändningen för bostäder 1993 är ca 77 TWh_{brutto} och baseras på "Energi 85 - Energianvändning i bebyggelse" [2], "Scenarier över energisystemets utveckling år 2020" [17], Energirapport 1994 [4] och "Framtida Energianvändning - effektiviseringspotentialer del 2" [5].

I följande avsnitt redovisas i diagram- och tabellform den **tekniskt-ekonomiska potentialen** samt motsvarande investeringskostnad med användandet av **dagens teknik** samt ovan redovisade beräkningsförutsättningar för scenario 3. För scenario 4, där den reala energiprissökningen är något högre, ökar potentialen och därmed investeringskostnaderna. Dessa resultat redovisas **enbart** i tabellform.

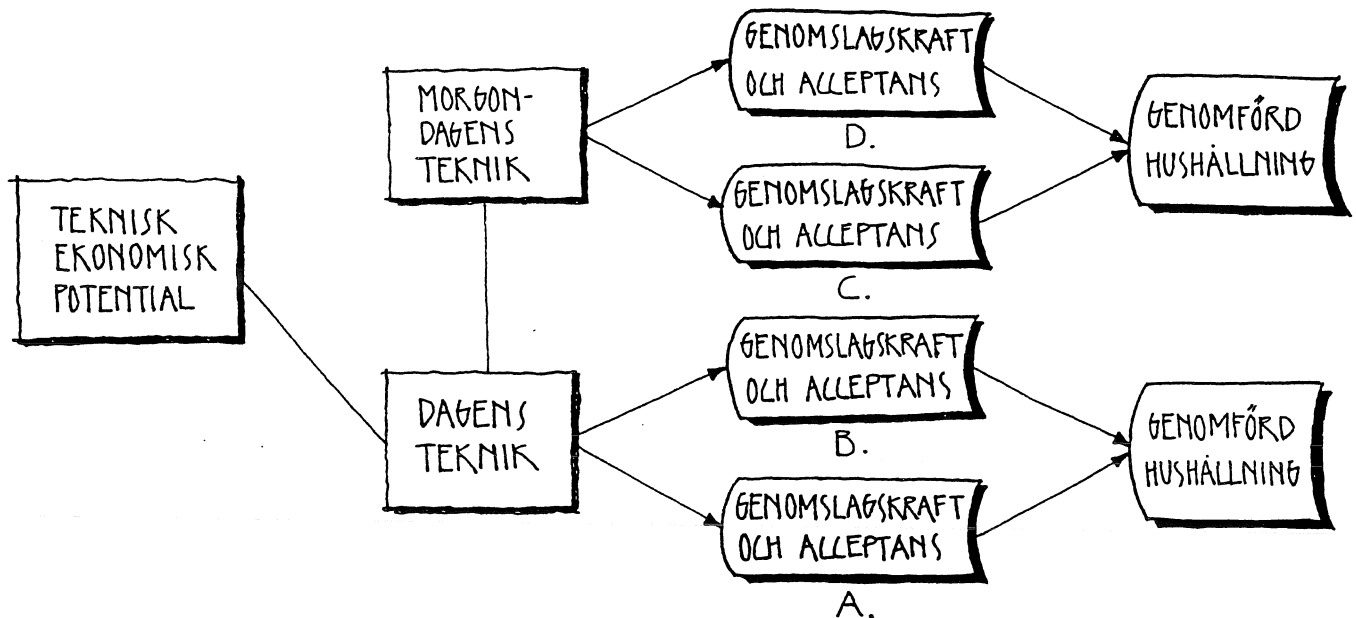
Den **tekniskt-ekonomiska potentialen** med **morgondagens teknik** avser här främst det tänkta fall att produkter/system och metoder i första hand kommer att bli något billigare än idag och att hushållningseffekterna genom forskning, utveckling, teknikupphandling etc kan ökas.

Vad som verkligen bedöms bli **genomförd hushållning**, beror på vilken genomslagskraft/acceptans det finns på marknaden. Denna bedöms vara något högre för morgondagens teknik än med dagens, främst beroende på att vi **antagit** att staten ökar sina satsningar på forskning och utveckling liksom på teknikupphandling etc inom området. Vi bedömer marknads respons på detta som positiv och att den tolkar detta som att området **verkligen är prioriterat**.

I övrigt ser vi för närvarande inga "revolutionerande" **tekniska** genombrott inom området värmehushållning. Möjligen att åtgärderna blir mer kostnadseffektiva, vilket tillsammans med ökad kunskap via informationsinsatser mm ger ökad genomslagskraft/acceptans. Här finns mycket kvar att göra!

Vad beträffar **genomförd hushållning**, har vi antagit att den största andelen av potentialen har uppnåtts fram till år 2010. Därefter bedömer vi att potentialkurvan delvis planar ut.

En förklaring till detta är att de tyngre byggnadstekniska åtgärderna av typ fasadåtgärder kommer in omkring år 2010 och därmed minskar även genomslagskraften/acceptansen.



Figur 1 Översiktlig skiss över olika energisparpotentialer

Figuren ger en **schematisk bild** över de olika potentialerna som redovisas i kommande avsnitt. Noterbart är att vi, vid bestämning av den tekniskt-ekonomiska potentialen, har tagit hänsyn till de eventuella **tekniska hinder för genomförande** som finns i dagens bostadsbestånd för de olika åtgärdscombinationerna. Eventuella kostnadsfördyringar för sådana hinder har även tagits med i kostnadsberäkningen.

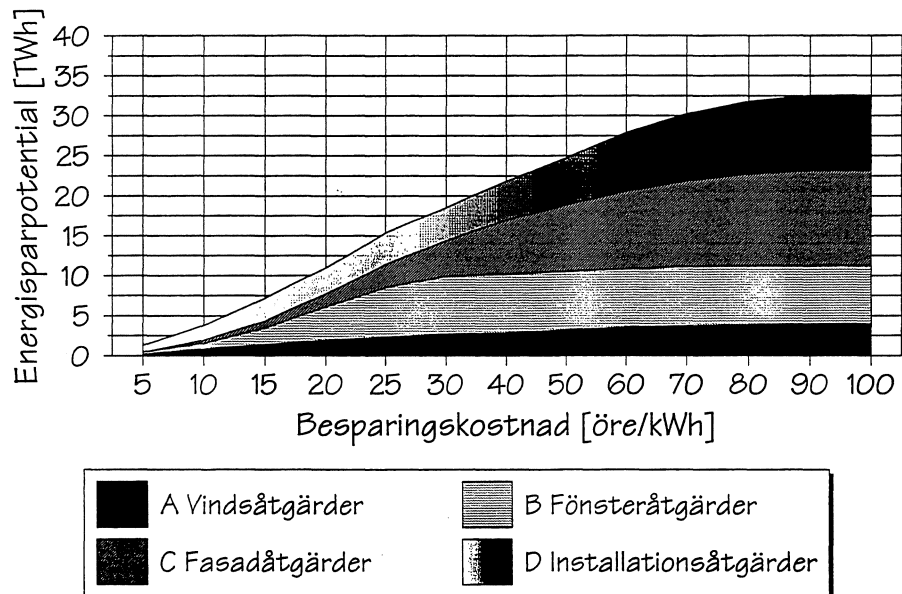
4 ENERGISPARPOTENTIAL OCH INVESTERINGAR

4.1 Scenario 3

Energisparpotentialen för 1993 års bostadsbestånd vid olika lönsamhetsnivåer framgår av nedanstående diagram dels för hela bostadsbeståndet, dels för elvärmda bostäder respektive för icke elvärmda bostäder.

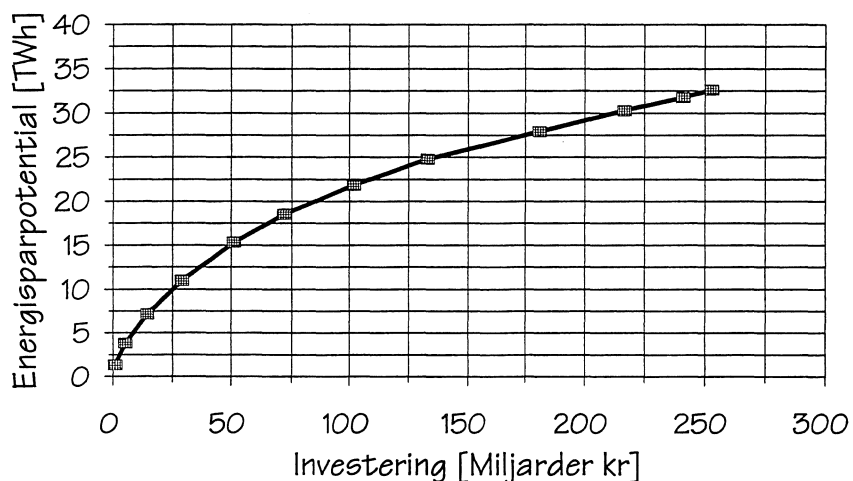
I följande tabeller redovisas sedan den tekniskt-ekonomiska potentialen för alla bostäder samt vår bedömning av genomförd hushållning, vid år 2010 och år 2020 för scenario 3.

Sparpotential och besparingskostnad Alla bostäder [1993 års bestånd]



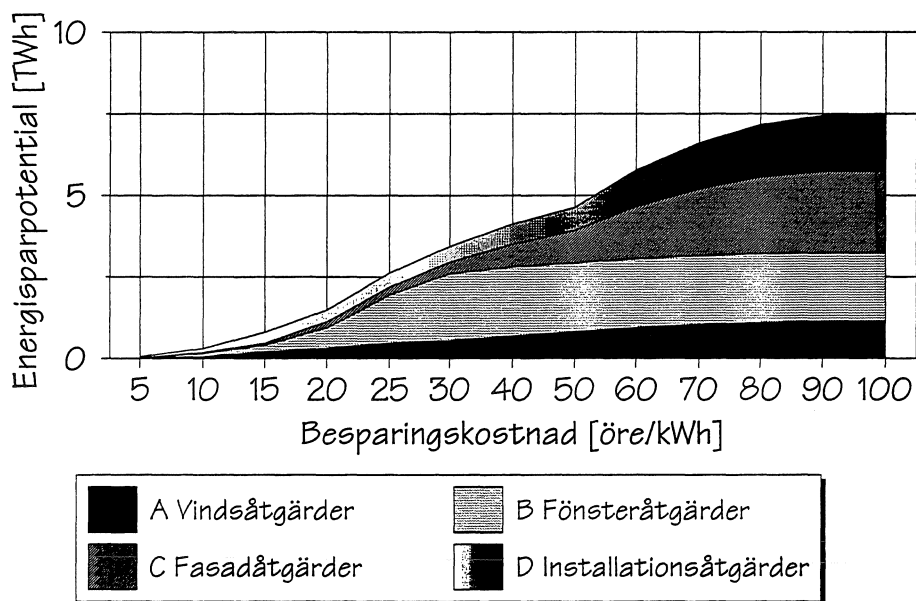
Figur 2 Energisparpotential för hela bostadsbeståndet vid olika lönsamhetsnivåer

Sparpotential och investering Alla bostäder [1993 års bestånd]



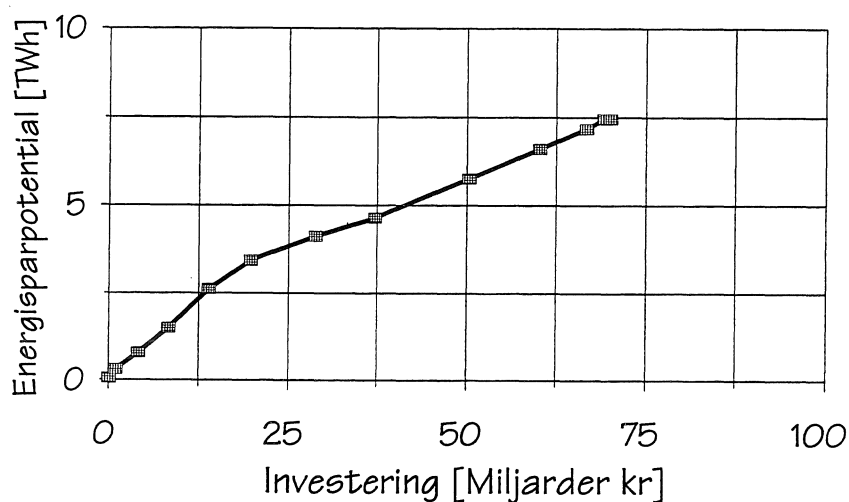
Figur 3 Energisparpotential och investeringbehov för hela bostadsbeståndet

Sparpotential och besparingskostnad Elvärmda bostäder [1993 års bestånd]



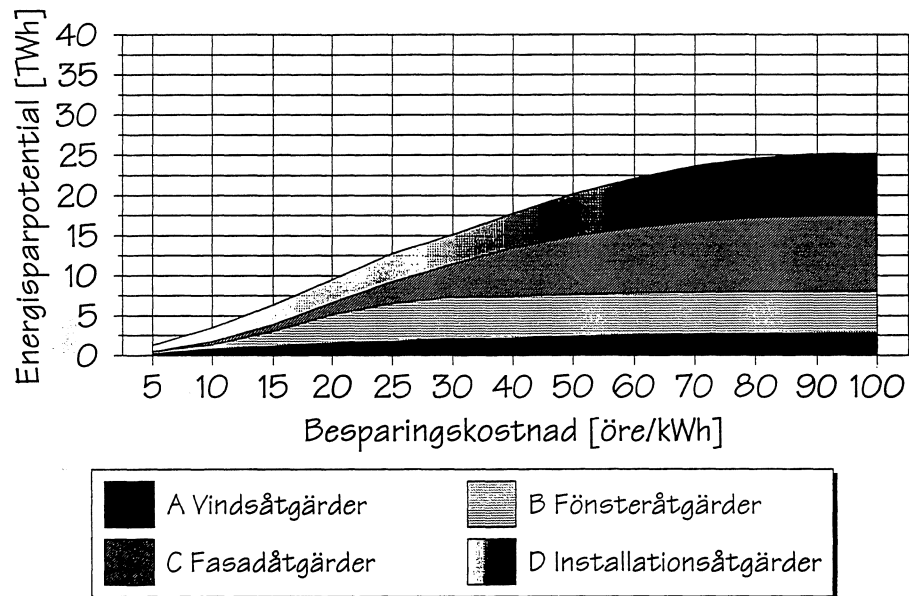
Figur 4 Energisparpotential för elvärmda bostäder vid olika lönsamhetsnivåer

Sparpotential och investering Elvärmda bostäder [1993 års bestånd]



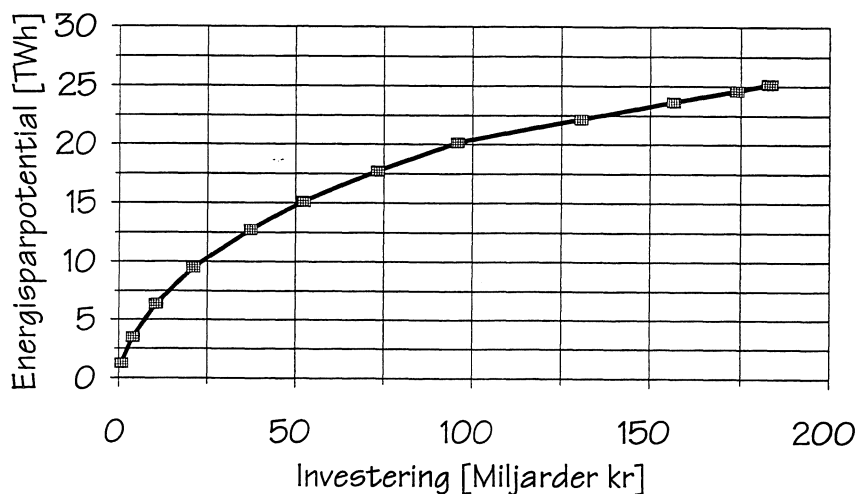
Figur 5 Energisparpotential och investeringbehov för elvärmda bostäder

Sparpotential och besparingskostnad Övriga bostäder [1993 års bestånd]



Figur 6 Energisparpotential för icke elvärmda bostäder vid olika lönsamhetsnivåer

Sparpotential och investering Övriga bostäder [1993 års bestånd]



Figur 7 Energisparpotential och investeringbehov för icke elvärmda bostäder

Vid redovisning av den tekniskt-ekonomiska potentialen i tabellerna har en reduktion för elvärmda bostäder gjorts, med hänsyn till de bostäder där installation av värmepumpar bedöms ha bättre lönsamhet än rena hushållningsåtgärder. Den reduktion av elanvändningen som ovanstående installation av värmepumpar medför, ingår i **underlagsbilaga 3** "Elvärmekonverteringar och merinvesteringar i småhus" till vår gemensamma huvudrapport.

Då det gäller genomförd hushållning beaktas alla elvärmda bostäder **utom** de där installation av värmepumpar bedöms bli genomförda.

I tabellerna nedan sammanställs den tekniskt-ekonomiska potentialen och investeringsbehov tillsammans med **tillkommande** underhållskostnader (DoU) för åren 2010 respektive 2020.

Scenario 3 - Alla bostäder

	Teknisk-ekonomisk ¹			Genomförd hushållning ²		
	TWh (brutto)	Inv Mdr	DoU Mkr	TWh (brutto)	Inv Mdr	DoU Mkr
2010 Dagens teknik	20.5	88.0	165.5	8.8	23.5	57
2020 Dagens teknik	21.1	93.5	173.0	10.6	30.0	69
2010 Morgondagens teknik	21.9	100.5	195.0	10.3	29.0	68
2020 Morgondagens teknik	22.9	111.0	228.5	12.5	37.5	82

1 Här ingår ej de bostäder som bedöms vara aktuella för värmepumpsinstallationer

2 Här ingår de bostäder som ej bedöms installera värmepumpar

Tabell 1 Potentialer, investeringsbehov och DoU-kostnader för **hela bostadsbeståndet** vid **scenario 3** med olika tekniker och genomslagskraft/acceptans

Härav framgår att energisparpotentialen för bostadsbeståndet är ca 20 TWh_{brutto} vid år 2010 med en investeringskostnad på ca 90 miljarder kronor respektive 21 TWh_{brutto} vid år 2020 och ett investeringsbehov på ca 95 miljarder. Hur den tekniskt-ekonomiska potentialen beror av investeringen framgår av figur 3. Utifrån denna figur kan man konstatera, att räknat i 1993 års penningvärde, en minskad årlig energianvändning i bostäder av

- 5 TWh_{brutto} kräver en investering på ca 10 miljarder kronor
- 15 TWh_{brutto} kräver en investering på ca 50 miljarder kronor
- 30 TWh_{brutto} kräver en investering på ca 220 miljarder kronor

Kostnader för tillkommande underhåll på grund av energisparåtgärder har uppskattats till 165 - 175 miljoner kronor.

Även om hänsyn till att tiden för genomförande ökar med hela 10 år (2010 -> 2020) för **genomförd hushållning** bedöms den största andelen av potentialen troligen vara tillvaratagen före år 2010. Nivån på den genomförda hushållningen bedöms till ca 9 TWh_{brutto} till en investeringskostnad på ca 24 miljarder kronor år 2010 respektive ca 11 TWh_{brutto} och ca 30 miljarder kronor år 2020.

Morgondagens teknik medför huvudsakligen att en del av den kvarvarande tekniskt-ekonomiska potentialen tidigareläggs. Vår bedömning är att den är knappt 2 TWh_{brutto} större jämfört med potentialen för dagens teknik. Detta gäller såväl år 2010 som år 2020. De åtgärder som kommer in på slutet av perioden utgörs huvudsakligen av tyngre byggnadstekniska åtgärder.

Investeringen per sparad kWh_{brutto} för bostadsbeståndets tekniskt-ekonomiska potential ligger för dagens och morgondagens teknik på ca 4.4 respektive 4.8 kr/kWh_{brutto} år 2020. Motsvarande värden för elvärmade bostäder är 6.2 respektive 6.7 kr/kWh_{brutto}. Det högre värdet för elvärmade bostäder kan bl a förklaras av att dessa i genomsnitt har bättre teknisk status än genomsnittet.

Scenario 3 - Elvärmade bostäder

	Teknisk-ekonomisk ¹			Genomförd hushållning ²		
	TWh (brutto)	Inv Mdr	DoU Mkr	TWh (brutto)	Inv Mdr	DoU Mkr
2010 Dagens teknik	3.5	20.5	18.5	2.2	12	11
2020 Dagens teknik	3.7	23	21.0	2.7	14.5	14
2010 Morgondagens teknik	3.7	23	21.0	2.5	13.5	13
2020 Morgondagens teknik	3.9	26	23.5	3.0	16.5	15

¹ Här ingår ej de bostäder som bedöms vara aktuella för värmepumpsinstallationer

² Här ingår de bostäder som ej bedöms installera värmepumpar

Tabell 2 Potentialer, investeringsbehov och DoU-kostnader för **elvärmade bostäder** vid **scenario 3** med olika tekniker och genomslagskraft/acceptans

Scenario 3 - Övriga icke elvärmda bostäder

	Teknisk- ekonomisk			Genomförd hushållning		
	TWh (brutto)	Inv Mdr	DoU Mkr	TWh (brutto)	Inv Mdr	DoU Mkr
2010 Dagens teknik	17.0	67.5	147	6.6	11.5	46
2020 Dagens teknik	17.4	70.5	152	7.9	15.5	55
2010 Morgondagens teknik	18.2	77.5	174	7.8	15.5	55
2020 Morgondagens teknik	19.0	85.0	205	9.5	21.0	67

Tabell 3 Potentialer, investeringsbehov och DoU-kostnader för **övriga icke elvärmda bostäder** vid **scenario 3** med olika tekniker och genomslagskraft/acceptans

4.2 Scenario 4

Energisparpotentialen för 1993 års bostadsbestånd samt vår bedömning av genomförd hushållning för scenario 4 redovisas enbart i tabellform vid år 2010 respektive år 2020.

Vid redovisning av den tekniskt-ekonomiska potentialen i tabellerna har en reduktion för elvärmda bostäder gjorts, med hänsyn till de bostäder där installation av värmepumpar bedöms ha bättre lönsamhet än rena hushållningsåtgärder. Den reduktion av elanvändningen som ovanstående installation av värmepumpar medför, ingår i **underlagsbilaga 3** "Elvärmekonverteringar och merinvesteringar i småhus" till vår gemensamma huvudrapport.

Då det gäller genomförd hushållning beaktas alla elvärmda bostäder **utom** de där installation av värmepumpar bedöms bli genomförda.

I tabellerna nedan sammanställs den tekniskt-ekonomiska potentialen och investeringsbehovet tillsammans med **tillkommande** underhållskostnader (DoU) för åren 2010 respektive 2020.

Scenario 4 - Alla bostäder

	Teknisk-ekonomisk ¹			Genomförd hushållning ²		
	TWh (brutto)	Inv Mdr	DoU Mkr	TWh (brutto)	Inv Mdr	DoU Mkr
2010 Dagens teknik	24.6	128.8	282	11	31	69
2020 Dagens teknik	25.7	148.9	380	13.2	42	90
2010 Morgondagens teknik	25.9	151.9	395	12.8	38	85
2020 Morgondagens teknik	26.8	167.6	471	15	51	105

¹ Här ingår ej de bostäder som bedöms vara aktuella för värmepumpsinstallationer

² Här ingår de bostäder som ej bedöms installera värmepumpar

Tabell 4 Potentialer, investeringsbehov och DoU-kostnader för **hela bostadsbeståndet** vid **scenario 4** med olika tekniker och genomslagskraft/acceptans

Härav framgår att energisparpotentialen för bostadsbeståndet är ca 25 TWh_{brutto} vid år 2010 med en investeringskostnad på ca 130 miljarder kronor respektive 26 TWh_{brutto} vid år 2020 och ett investeringsbehov på ca 150 miljarder kronor.

Kostnader för tillkommande underhåll på grund av energisparåtgärder har uppskattats till 280 - 380 miljoner kronor.

Även om hänsyn till att tiden för genomförande ökar med hela 10 år (2010 -> 2020) för **genomförd hushållning** bedöms den största andelen av potentialen troligen vara tillvaratagen före år 2010. Nivån på genomförd hushållning bedöms vara ca 11 TWh_{brutto} till en investeringskostnad på ca 31 miljarder kronor år 2010 respektive ca 13 TWh_{brutto} och ca 42 miljarder kronor år 2020.

Morgondagens teknik bedömer vi huvudsakligen medföra att en del av den kvarvarande tekniskt-ekonomiska potentialen tidigareläggs. Vår bedömning är att den är knappt 2 TWh_{brutto} större i jämförelse potentialen för dagens teknik. Detta gäller såväl år 2010 som år 2020.

Investeringen per sparad kWh_{brutto} för bostadsbeståndets tekniskt-ekonomiska potential ligger med dagens och morgondagens teknik på ca 5.8 respektive 6.2 kr/kWh_{brutto} för år 2020. Motsvarande värden för elvärmade bostäder är 7.8 respektive 8.0 kr/kWh_{brutto}.

Scenario 4 - Elvärmda bostäder

	Teknisk-ekonomisk ¹			Genomförd hushållning ²		
	TWh (brutto)	Inv Mdr	DoU Mkr	TWh (brutto)	Inv Mdr	DoU Mkr
2010 Dagens teknik	4.4	33	33	2.7	14	12
2020 Dagens teknik	4.5	35	36	3.2	18	16
2010 Morgondagens teknik	4.5	35	36	3.0	16	15
2020 Morgondagens teknik	4.6	37	39	3.5	20	18

¹ Här ingår ej de bostäder som bedöms vara aktuella för värmepumpsinstallationer

² Här ingår de bostäder som ej bedöms installera värmepumpar

Tabell 5 Potentialer, investeringsbehov och DoU-kostnader för elvärmda bostäder vid scenario 4 med olika tekniker och genomslagskraft/acceptans

Scenario 4 - Övriga icke elvärmda bostäder

	Teknisk- ekonomisk			Genomförd hushållning		
	TWh (brutto)	Inv Mdr	DoU Mkr	TWh (brutto)	Inv Mdr	DoU Mkr
2010 Dagens teknik	20.2	95.8	249	8.3	17	57
2020 Dagens teknik	21.2	113.9	344	10.0	24	74
2010 Morgondagens teknik	21.4	116.7	359	9.8	22	70
2020 Morgondagens teknik	22.2	130.6	432	11.5	31	87

Tabell 6 Potentialer, investeringsbehov och DoU-kostnader för övriga icke elvärmda bostäder vid scenario 4 med olika tekniker och genomslagskraft/acceptans

Energisparpotentialen för bostadsbeståndet på ca 25 TWh_{brutto} vid år 2010 fördelas på ca 4.5 för elvärmda hus och resterande ca 20 TWh_{brutto} för övriga hus. Till detta kommer den tekniskt-ekonomiska potentialen för de elvärmda bostäder där det bedöms vara realistiskt att installera värmepumpar i istället för att energihushålla.

5 SAMMANFATTNING

Bestämningen av energihushållningspotentialen för bostadsbeståndet utgår från beräkningar på enskild husnivå med hjälp av de bägge omfattande statistiska undersökningarna av bostadsbeståndet ERBOL respektive ELIB. Beräkningarna har skett med den av oss utvecklade och i dessa sammanhang sedan början av 1980-talet använda MSA-modellen (**MiniSystemAnalys**). Potentialbedömningarna på nationell nivå har erhållits genom uppskalning.

Beräkningarna har skett utifrån två givna energiprisscenarier och med 1993 års kostnadsläge vad gäller investeringskostnader etc. Utöver detta har alternativa tidpunkter för kärnkraftsavvecklingen studerats (år 2010 respektive år 2020). Dessutom har analyser skett med beaktande av såväl dagens som morgondagens teknik.

Våra ovan redovisade bruttosiffror har i huvudrapportens sammanfattningstabeller **justerats** till nettosiffror med hänsyn tagen till verkningsgraden för olika bränsleslag samt med hänsyn tagen till jämförbar byggnadsstock. Nedan redovisas vissa av våra huvudresultat hämtade från just denna huvudrapport.

Vi bedömer att den tekniskt-ekonomiska energihushållningspotentialen år 2010 uppgår till ca 19 TWh_{netto} vid **scenario 3** till en investeringskostnad på ca 100 miljarder kronor. Detta motsvarar en **specifik investeringskostnad** på drygt 5 kr/kWh_{netto}.

För **scenario 4** med en något större real energiprisökning, bedöms potentialen enligt ovan öka med ca 4 TWh_{netto} medan investeringskostnaden ökar med ca 60 miljarder kronor. Denna ökning orsakas av att fler åtgärder blir lönsamma. Detta påverkar främst kapitalintensiva åtgärder av typ fasadåtgärder etc, då flertalet av de billigare installationstekniska åtgärderna redan finns beaktade vid scenario 3. Den **specifika investeringskostnaden** i detta fall motsvarar ca 7 kr/kWh_{netto}.

Dessa bägge potentialbedömningar avser ett utnyttjande av **dagens teknik**.

Med **morgondagens teknik** avses här främst det tänkta fall att produkter/system och metoder i första hand kommer att bli något billigare än idag och att hushållningseffekterna genom forskning, utveckling, teknikupphandling etc kan ökas. Ökningen i jämförelse med dagens teknik bedömer vi dock som måttlig och stannar på ca 2 TWh_{netto}.

Vad som verkligen bedöms bli **genomförd hushållning**, beror på vilken genomslagskraft/acceptans det finns på marknaden. Denna bedöms vara något högre för morgondagens teknik än med dagens, främst beroende på att vi **antagit** att staten ökar sina satsningar på forskning och utveckling liksom på teknikupphandling etc inom området. Vi bedömer marknadens respons på detta som positiv och att den tolkar detta som att området **verkligen är prioriterat**.

I övrigt ser vi för närvarande inga "revolutionerande" **tekniska** genombrott inom området värmehushållning. Möjligen att åtgärderna blir mer kostnadseffektiva, vilket

tillsammans med ökad kunskap via informationsinsatser mm ger ökad genomslagskraft/acceptans. Här finns mycket kvar att göra!

Vad beträffar **genomförd hushållning**, bedömer vi utifrån ovanstående resonemang och analys av genomförd hushållning under den gångna 10-årsperioden, att den kommer att ligga på mellan 8 - 14 TWh_{netto}. Det lägre värdet avser år 2010 och scenario 3 med dagens teknik medan det högre värdet avser år 2020 och scenario 4 med morgondagens teknik.

I dessa våra bedömningar har vi antagit att den största andelen av potentialen har uppnåtts fram till år 2010. Därefter bedömer vi att potentialkurvan delvis planar ut.

Hur stor andel av hushållningen som bedöms bli genomförd i samband med ombyggnad, utbyte etc respektive i form av renodlade energihushållningsåtgärder är svårt att med säkerhet uttala sig om. Efter en analys av de **tekniskt-ekonomiska** potentialerna, har vi bedömt att denna fördelning i utgångsläget (dagens teknik, scenario 3 och år 2010) är av storleksordningen 50 / 50%. Vi bedömer inte att ovan redovisade parametrar som ändrad tidpunkt från år 2010 till år 2020, scenario 4 i stället för scenario 3 etc väsentligt påverkar detta **förhållande**.

Med **investeringskostnader** avser vi här den "fulla" kostnaden när åtgärden genomförs av enbart energihushållningsskäl medan den vid ombyggnad etc avser merkostnaden för själva hushållningsdelen (Jfr tilläggsisolering av en fasad, där vi i investeringskostnaden lagt kostnader för själva isoleringen, erforderligt regelverk, del av ställningskostnad etc). Detta är således samma synsätt som vi tillämpat sedan början av 1980-talet i samband med omprövning av tidigare energisparplaner, ENERGI85 [2], Energi i byggd miljö [3], Nyckeltalsutredningen [12] etc.

Energiprisutvecklingen är en av de absolut **viktigaste parametrarna** i bestämning av potentialen **tillsammans med kalkylräntan**. I denna analys har energiprisutvecklingen antagits mycket måttlig eller ca 1 % i scenario 3 respektive 3.5% i scenario 4. Denna differens motsvarar i storleksordningen ca 3 TWh_{brutto} i teknisk-ekonomisk potential respektive ca 40 miljarder kronor i investeringskostnader, för hela bostadsbeståndet.

En starkt bidragande orsak till den tekniska sparpotentialens känslighet, för val av real energiprisökning och real kalkylränta, är att de åtgärds kombinationer som är aktuella domineras av byggnadstekniska åtgärder. Karakteristiskt för dessa är lång brukstid och ofta höga investeringskostnader med därav följande känslighet för förutsägelser om framtiden.


Vid högre energipris kommer de tyngre byggnadstekniska åtgärderna in. Och vid högre energipriser ökar inte energisparpotentialen i någon högre grad, utan planar ut för att i stort sett bli oberoende av energipriset.

Vår bedömning av den genomförda hushållningen anser vi vara realistisk, eller till och med något underskattad. Denna bedömning grundar vi bl a på en jämförelse med den utveckling som varit i bostadsbeståndet under de senaste 10-20 åren, vilket framgår i bl a "Energianvändning i bostäder och servicelokaler 1970-1990" [1].

De erhållna procentuella besparingsnivåerna överensstämmer bra med resultat erhållna i ett flertal experimentsbyggnadsprojekt. Där är flerbostadshusen i "Energisparvarter i Göteborg" [10] och småhusen i "Eleffektiva småhus i Göteborgsregionen" [8] två mycket relevanta projekt för att bedöma realismen i vår redovisade bedömning av energisparpotentialer.

Göteborg 1995-10-26

BENGT DAHLGREN AB

A handwritten signature in black ink that reads "Anders Nilson". The signature is written in a cursive, flowing style.

/Anders Nilson/

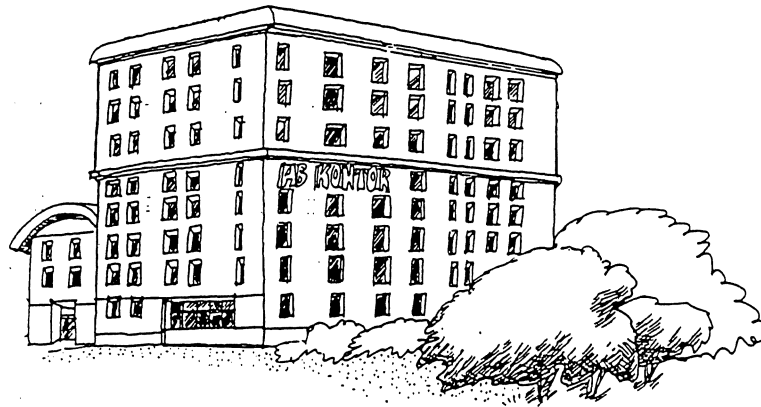
6 REFERENSER

- 1 Carlsson L-G: Energianvändning i bostäder och servicelokaler 1970-1990. En jämförelse av verklig utveckling, energiprognos och energisparmål under 1980-talet. Rapport R30:1992, Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm.
- 2 Energi 85 - Energianvändning i bebyggelse. G26:1984, Byggnadsforskningsrådet.
- 3 Energi i byggd miljö - 90-talets möjligheter. G16:1987, Byggnadsforskningsrådet.
- 4 Energirapport 1994. Närings- och teknikutvecklingsverket. B 1994:9. Stockholm.
- 5 Framtida elanvändning - effektiviseringspotential, del 1 och 2. Mars 1995. NUTEK Effektivare Energianvändning. Närings- och teknikutvecklingsverket. Stockholm.
- 6 Engebeck L et al. Energisparpotentialer i bostadsbeståndet. Vad bestämmer sparpotentialens lönsamhet? ELIB-rapport nr 9 (delar av råmanus).
- 7 Hansson T, Nilson A och Stadler C-G. Energisparteknik i befintlig bebyggelse. Expertrapport för Energi 85 - G26:1984. Rapport R139:1984, Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm.
- 8 Nilson A, Uppström R och Bergh U. Eleffektiva småhus i Göteborgsregionen. Mätning och analys av genomförda åtgärder. 1992-02-15. Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm. Tillgänglig via BYGGDOK.
- 9 Nilson A, Bäck L, Fischer M och Stadler C-G. Energisparmöjligheter i befintlig bebyggelse. Expertrapport för Energi 85 - G26:1984. Rapport R143:1984, Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm.
- 10 Nilson A, Fischer M, Norberg M och Walter A. Energisparkvarter i Göteborg. Energiombyggnad i ett 50-talsområde Rapport R36:1987, Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm.
- 11 Nilson A och Walter A. Åtgärds katalog för Vattenfalls Uppdrag 2000 omfattande såväl energihushållning- som produktionsåtgärder. Rapport 1987-10-13, utgåva 4. Vattenfall, Uppdrag 2000, Stockholm.
- 12 Nilson A och Monika Jonasson. Underlag för energiprognoser - Nyckeltalsutredningen. Energisparmöjligheter och nyckeltal för befintlig bebyggelse. Statens energiverk augusti 1986, Stockholm.
- 13 Nilson A et al. Energisparmöjligheter i elvärmdda småhus. Slutrapport 1987-12-17. Vattenfall, Uppdrag 2000, Stockholm.
- 14 Nikolaj T et al. Bostadsbeståndets tekniska egenskaper. ELIB-rapport nr 6. Forskningsrapport TN:29, Statens institut för byggnadsforskning, Gävle 1993.

- 15 Nikolaj T, Sjöström Ch och Waller Tommy. Bostäder och lokaler från energisynpunkt. ERBOL. Meddelande M84:10, Statens institut för byggnadsforskning, Gävle 1984.
- 16 Nikolaj T och Svennerstedt B. Reperationsbehov i bostäder och lokaler. ERBOL. Meddelande M84:10, Statens institut för byggnadsforskning, Gävle 1984.
- 17 Scenarier över energisystemets utveckling år 2020. Rev 95-03-10. NUTEK Analys. Närings- och teknikutvecklingsverket. Stockholm.

VÄRMEHUSHÅLLNING I LOKALER

Investeringar och
effektiviserings-
möjligheter



ENERGIDATA
Energidata Göteborg AB

Oktober 1995

INNEHÅLL

- 1 SYFTE. GENOMFÖRANDE
- 2 FÖRUTSÄTTNINGAR. UNDERLAG
 - Beståndets omfattning. Definition av "lokaler"
 - Åtgärder
 - Beräkningsfall
 - Priser. Definition av investering
- 3 METOD
 - Program för åtgärdsberäkningar
 - Potentialens beräkning
 - Ombyggnad och "fristående åtgärder". Hinder
 - Vilka åtgärder ingår i potentialen?
 - Systemsamband
- 4 RESULTAT EFFEKTIVISERINGSÅTGÄRDER
 - Åtgärd för åtgärd
 - Uppräkning
 - Effektiviseringsåtgärder totalt
 - Besparingskostnader
- 5 KONVERTERINGAR. BÄTTRE VERKNINGSGRADER
 - Konvertering mm från el i elvärmdda lokaler
 - Bättre verkningsgrader
- 6 REFERENSER

1995-10-31

Värmehushållning i lokaler

Investeringar och effektiviseringsmöjligheter

1 Syfte. Genomförande

Det genomförda arbetet syftar till att beräkna och bedöma investeringsbehov och möjligheter till energieffektivisering på uppvärmningssidan inom landets lokaler fram till år 2010 och 2020. Med lokaler avses kontor, skolor, daghem, sjukhus, idrottslokaler, samlingslokaler mm. Industrilokaler ingår inte.

Beräkningsarbetet har utförts på uppdrag av BFR, för att vara underlag i energikommissionens arbete. Energidata Göteborg AB:s arbete har främst utförts av Anders Göransson och Tomas Eriksson.

2 Förutsättningar. Underlag

Beståndets omfattning. Definition av "lokaler"

Definitionen av "lokaler" är densamma som använts i energikommissionens övriga arbete. Lokaler är privata och offentliga servicelokaler såsom kontor, butiker, sjukvård etc. I lokalbeståndet inkluderar vi sådana lokaler även när de ligger i ex.vis bottenvåningen på ett flerbostadshus (vanligt för ex.vis butiker). Bostadslägenheter belägna i "lokalhus" ingår inte. Lokaler för tillverkningsindustri ingår inte.

Underlaget för beskrivning av lokalstocken är den statistiska beskrivning av landets lokaler som tidigare utförts i den s.k. STIL-studien inom Uppdrag 2000 (1). Dess definition av lokaler stämmer ganska väl med kommissionens, men vi har uppdaterat nuläget från 1991 till 1993, samt kompenserat för att STIL-studien inte har med vissa lokalytor, exempelvis smålokaler.

Efter uppräknings avser vår beskrivning av lokalerna en total uppvärmd yta om 156 milj. m² år 1993, och en total nettovärmeanvändning på 26,0 TWh, alltså detsamma som i energikommissionens övriga arbete. (Kommentar vad gäller driftel i lokaler: Kommissionens siffra innehåller viss el för utomhusanläggningar, medan vi bara räknar på el till byggnader. Nivån på driftel i Bilaga 2 är därför 16,8 TWh, medan kommissionen anger 18,5 TWh el i lokalsektorn för 1993).

Åtgärder

De beräkningar som redovisas i denna bilaga gäller "sparåtgärder" för värme i den kvarvarande bebyggelsen från 1993. Eftersom elanvändningen är särskilt angelägen att belysa, har vi dessutom räknat på byte av uppvärmningssätt i elvärmda lokaler.

Följande typer av åtgärder ingår således i det som behandlas i denna bilaga:

- Effektiviseringsåtgärder ("sparåtgärder") vad gäller värme. Dessa kan göras som antingen
 - * fristående åtgärder som är lönsamma i sig, eller som
 - * åtgärder i samband med utbyten och renoveringar som ändå skall göras (ex.vis tilläggsisolering när fasad måste åtgärdas)
- Bättre verkningsgrader i samband med pannbyten.
- Övergång från elvärme genom bränslebyte i befintliga kombipannor eller byte från elpanna till kombipanna.
- Fjärrvärmeanslutning av elvärmda lokaler.

Åtgärder som inte ingår i beräkningarna är:

- Fjärrvärmeanslutning annat än av elvärmda lokaler
- Naturgasanslutning
- Pannbyten i andra hus än elvärmda.

Effektiviseringsåtgärderna inkluderar åtgärder av typ

- * driftstidsanpassning, flödesanpassning, värmeåtervinning på ventilationen
- * väggisolering, tätning
- * isolering av vindsbjälklag
- * byte av fönster, tätning vid fönster
- * bättre styr- och reglersystem.

Den detaljerade beskrivningen av åtgärdernas teknik, energispareffekter och investeringsbelopp kommer från beräkningsprogrammet ERÅD, som också användes i STIL-studien.

Beräkningarna på värmesidan har samordnats med beräkningarna av driftel i lokaler (Bilaga 2), så att omfattningen blir densamma, och så att systemaspekter beaktas. Beskrivs vidare i kap. 3.

Beräkningsfall

Beräkningarna är gjorda dels för "Dagens teknik" (benämns Fall 1), där nuvarande relationer mellan åtgärds kostnad och energibesparing gäller under hela beräkningsperioden, dels för "Morgondagens teknik" (Fall 2), som inkluderar både bättre/billigare teknik och bättre acceptans för denna teknik genom ex.vis effektivare information.

För vardera av Fallen 1 och 2 beräknas dels en teknisk-ekonomisk potential med samhällsekonomiska kriterier (Fall a), dels görs en bedömning av hur mycket av dessa åtgärder som i verkligheten får acceptans och genomslag, så att de blir genomförda i verkligheten (Fall b). Närmare beskrivning av fallen, se huvudtexten.

Priser. Definition av investering

Prisnivån för åtgärder och för energipriser är 1993. Alla priser anges exklusive moms. Använda energiprisbanor, se huvudtexten. Åtgärdernas investeringsbelopp kommer från ERÅD. I fallen "Morgondagens teknik" antas vissa åtgärder bli reellt billigare. I övrigt antas åtgärderna reellt oförändrade i pris.

De investeringar vi anger är de merinvesteringar som behövs för att få lägre energianvändning. Sätter man vid ombyggnad in 3-glasfönster där det idag är 2-glas, så anser vi

att denna förbättring görs av energisskäl, och tar upp merkostnaden för det extra glaset. Tilläggsisolerar man en fasad när fasadskiktet ändå måste bytas, ingår merkostnaden för tilläggsisoleringen. En åtgärd som görs uteslutande av energiskäl (ex. vindsisolering) belastas med hela investeringskostnaden.

3 Metod

Program för åtgärdsberäkningar

Möjlig omfattning av åtgärder, deras energibesparing och investeringsbehov har beräknats på grundval av beräkningar med programmet ERÅD, vilka utförts på drygt 900 statistiskt utvalda och besiktigade lokaler i landet (1):

ERÅD är ett program för beräkning av energibalans och effektiviseringsåtgärder i byggnader. ERÅD gör en detaljerad beskrivning av huset och dess energisystem, baserad på en noggrann besiktning av byggnaden. En energibalans beräknas, och avstäms mot verkliga energileveransuppgifter. Därefter beräknas en uppsättning för byggnaden relevanta åtgärder. De hämtas från en katalog av över 80 el- och värmeåtgärder, som finns detaljerat beskrivna i programmet, med energispareffekt och kostnader. Resultatet blir ett paket av åtgärder i lönsamhetsordning, beräknat med den beräkningsmetod (nuvärdesmetod, återbetalningstid, besparingskostnad etc) och de lönsamhetskriterier som operatören har valt.

Potentialens beräkning

I detta uppdrag har av tidsskäl inga nya husvisa beräkningar genomförts, utan resultaten bygger på bearbetningar av de riksresultat som tidigare redovisats i STIL-studien.

STIL-studien redovisar besparingspotential för år 1991. I det nu aktuella uppdraget skall vi beskriva det kvarvarande beståndet av lokaler fram till år 2010 och 2020. Den kommande rivningen till dess har vi simulerat genom att vissa slumpvis utvalda äldre fastigheter i databasen inte tas med i körningen.

Potentialen har tagits fram genom att använda ett av beräkningsalternativen från STIL-studien där priset förutsättningarna var näst intill identiska med Scenario 3 för år 2010. Detta är för övrigt den körning som gav den största besparingspotentialen i STIL-studien. Besparingspotentialen för Scenario 4 med högre energipriser har beräknats genom en ökning för de åtgärder som i den förstnämnda körningen hade högst besparingskostnader, alltså de åtgärder som precis klarade lönsamhetskravet i körningen. Det har sedan antagits att vid ökade energipriser ökar besparingspotentialen i samma takt som de åtgärder som har fallit ut på marginalen.

Ombyggnad och "fristående åtgärder". Hinder

STIL-studien redovisar en "over-night-potential", alltså de åtgärder som är lönsamma att göra omgående i dagens lokalbestånd. I det nu aktuella arbetet, som avser en lång tidsperiod, måste vi emellertid ta hänsyn till att en stor andel av beståndet kommer att genomgå olika renoveringsprojekt beroende på förslitning och ändrad verksamhet. I dessa fall blir också ofta investeringskostnaden för en viss åtgärd lägre än om den skulle göras "fristående", jämför vår definition av merinvestering ovan.

Takten i ombyggnader och renoveringar (fasadåtgärder och tilläggsisolering, fönsterbyten etc) har bestämts från statistik som visar den verkliga takten i sådana renoveringar. Huvudkällor har varit SCBs moderniseringsstatistik och energistatistik (2)(3).

Vi har alltså för varje åtgärd först beräknat vilken andel av beståndet som ändå skall byggas om under perioden. Återstoden av beståndet är tillgänglig för "fristående" effektiviseringsåtgärder. För att dessa åtgärder skall komma med i potentialen måste de dels vara lönsamma med de lönsamhetskriterier som gäller för just det beräkningsfallet, dels måste de vara tekniskt möjliga och inte ha hinder av praktisk natur (utvändig tilläggsisolering kan vara omöjlig om fasaden är vacker). Sådana hinder för åtgärder har noggrant kartlagts av besiktningsmännen för de 900 objekten som ligger till grund för beräkningarna, och hänsyn till praktiska hinder är därmed tagen i våra beräkningsresultat.

Vilka åtgärder ingår i potentialen?

I Fall a, Teknisk/ekonomisk potential, har beräkningen gjorts med nuvärdesmetod och kalkylränta 6%. Denna beräkning avser att visa allt som är samhällsekonomiskt lönsamt, och anger potential och investeringar om samtliga lönsamma åtgärder också skulle bli genomförda.

Fall b är en bedömning av vad som till slut verkligen kan beräknas bli utfört. Skillnaden mot Fall a beror bl.a. av att husägaren i sin kalkyl har andra strängare lönsamhetskrav, att han av andra orsaker inte vill göra vad kalkylen anger som lönsamt, eller att åtgärdsmöjligheten överhuvudtaget inte kommer upp till övervägande hos husägaren p.g.a. okunskap, ointresse, bristande signaler från samhällets sida etc.

Beräkningen i Fall b har så långt möjligt grundats på gjorda undersökningar av som faktiskt blir genomfört. Det har gjorts ett antal studier av husägares verkliga avkastningskrav, och ett antal av dessa studier behandlas i rapporten (5). Resultaten är visserligen inte entydiga, men pekar mot att rak payoff oftast används för att bedöma dessa investeringar. Privata ägare har då krav på ca 4 års payoff, offentliga har ca 7 år. Ett mycket snarlikt beräkningsalternativ finns från STIL-studien, och har använts för att bedöma omfattning och investeringsbelopp för fristående åtgärder i Fall b, dvs. vad husägarna faktiskt kan förväntas genomföra. Ombyggnadsåtgärder antas få en fjärdedel mindre omfattning i Fall b än i Fall a.

Systemsamband

Vi har samordnat dessa beräkningar på värmesidan med beräkningarna av driftel i lokaler (se Bilaga 2), så att omfattningen blir densamma, och så att systemspekter och inbördes samband beaktas. Samordningen har gällt exempelvis flödesanpassningen (sparar både el och värme), värmeåtervinningen (sparar värme, ökar elanvändningen) och eleffektiva kontorsutrustning mm (mindre internlast ger ökat behov av tillförd värme).

4 Resultat effektiviseringsåtgärder

Åtgärd för åtgärd

Tabellen nedan ger ett exempel på beräkningsresultat med enskilda åtgärder, gällande Scenario 3 år 2010.

Nettovärmeminskning och investering. Exempel Scenario 3 år 2010

Åtgärd	Minskingspotential, GWh				Investering, Mkr			
	Fall 1a	Fall 1b	Fall 2a	Fall 2b	Fall 1a	Fall 1b	Fall 2a	Fall 2b
Tilläggsisolering av väggar	1070	560	1590	990	1970	760	2050	1020
Tätning tak-, vägg- och golvvinklar	70	50	70	50	80	70	80	70
Byte av fönster	2270	810	2940	1590	6850	1580	8620	3800
Tätning vid fönster	130	110	130	110	180	160	180	160
Tilläggsisolering av vindsbjälklag	180	70	180	70	460	120	460	120
Temperaturreglering	420	330	420	330	440	230	440	230
Blandn.ventil för varmvatten	40	40	40	40	0	0	0	0
Värmeåtervinning	1340	1000	1760	1320	1470	1030	1840	1290
Anpassn av flöden o driftstider	1820	290	1820	600	0	0	0	0
Summa	7340	3280	8940	5110	11450	3950	13660	6690

Anm: Detta är primära resultat före uppräknig med faktor 1,17 (se nedan) och före kompensation för ökat värmebehov vid minskad internlast från elapparater.

Några kommentarer om hur de enskilda åtgärderna beräknats:

Tilläggsisolering väggar: Åtgärderna avser både invändig och utvändig isolering av ytterväggar. I de fall fasadskiktet har så dålig kvalitet att det måste renoveras ingår bara merkostnaden för tilläggsisolering i investeringskostnaden. Det antas att 0,8% av fasadytan årligen genomgår en sådan ombyggnad i Fall a, och 0,6% i Fall b.

Täta tak-, vägg- och golvvinklar: Åtgärderna genomförs i de byggnader där det idag enligt besiktningar finns problem med otätheter i väggfogar, tak- och golvvinklar. De byggnader som genomgår en tilläggsisolering vid ombyggnad har räknats bort i besparingspotentialen.

Byte av fönster: I de fall där fönster planeras bytas har endast skillnaden mellan tvåglas och treglas belastat investeringskostnaderna. Ombyggnadstakten antas vara 1% per år i Fall a och 0,75% i Fall b. Bedömningen baseras på (2) och (3). Orsaken till den stora besparingspotentialen för fönsterbyte är att vi räknar med nuvärdesmetod och livslängd 30 år. Cirka hälften av alla ett- och tvåglasfönster blir med dessa förutsättningar lönsamma att byta ut. Antar man istället ex.vis en rak payoff på 10 år blir besparingspotentialen betydligt lägre.

Värmeåtervinning ur ventilationen: Potentialen finns framför allt i samband med genomgripande ombyggnader av ventilationen. Sådana antas göras i 3,3% av beståndet per år. Ökat behov av el på grund av högre tryckfall har inkluderats i beräkningarna.

Anpassning av flöden: Beräkningen av denna åtgärds omfattning och elspareffekt beskrivs i Bilaga 2. Värmebesparingen finns redovisad på raden "Styrning av ventilation" i huvudtextens tabeller.

Uppräkning

Underlagsmaterialet enligt (1) täcker inte hela det lokalbestånd som definieras i kommissionens arbete. Det beror bland annat på att STIL-materialet inte innefattar smålokaler, att vissa lokalytor försörjda via fastighetsabonnemanget blivit underbeskrivna, och att det skett nybyggande till 1993. De siffror avseende värmehushållning som beräknats enligt ovan har därför uppräknats med faktorn 1,17.

Effektiviseringsåtgärder totalt

Värmebehovet (netto) i lokalerna beräknas, med kommissionens definitioner, vara 26 TWh år 1993. Med förutsättningarna i Scenario 3 beräknas den teknisk-ekonomiska potentialen för värmehushållning (Fall 1a) till år 2010 vara drygt 7 TWh. Närmare 2 TWh av detta uppnås genom anpassade (kortare) driftstider och minskade flöden i ventilationen. Övriga viktigare åtgärder är installation av värmeåtervinning (där det inte redan finns) i samband med större ombyggnad, tilläggsisolering av ytterväggar och fönsterbyten både i samband med större renovering och som fristående åtgärd, samt bättre styrsystem. Investeringarna för värmeåtgärder till 2010 har beräknats till drygt 13 Mdr kronor, motsvarande en specifik merinvestering på drygt 2 kr/sparad årlig kWh.

Ungefär hälften av potentialen finns i värmeåtgärder vid ombyggnad, resten är "fristående åtgärder". Vid ombyggnad får man en del av energieffektiviseringen "på köpet", och merinvesteringen är då ca 1,6 kr/kWh, mot 2,6 kr/kWh för fristående energisparåtgärder.

I Scenario 4 med högre energipriser ökar potentialen till 9 TWh/år, specifik merinvestering blir ca 2,5 kr/kWh. De fristående dyra åtgärderna (fönster, ytterväggsisolering) blir fler, medan ombyggnadstakten inte antas påverkas nämnvärt.

Ovanstående avser Fall 1 "Dagens teknik". Fall 2 "Morgondagens teknik" antas bl.a. innebära billigare/effektivare energifönster och tilläggsisolering, och den teknisk-ekonomiska potentialen ökar från drygt 7 till drygt 9 TWh år 2010, med merinvestering knappt 2 kr/sparad årlig kWh. Ökningen beror också på att renoveringstakten i Fall 2 antas öka genom statliga åtgärder och bättre information om hur renoveringstillfället tas tillvara för lönsamma energiåtgärder.

Vad som verkligen blir genomfört av den teoretiska, teknisk-ekonomiska potentialen har beräknats/bedömts utifrån en genomräkning av husen med lönsamhetskravet 4 års rak payoff för privata ägare och 7 år för offentliga. Detta antas, enligt genomförda utredningar, återspegla husägarnas verkliga bedömning och beslut. Dessutom har potentialen reducerats ytterligare, eftersom vissa husägare överhuvudtaget inte överväger att räkna på några åtgärder. Potentialen minskar till mellan 3 och 5 TWh år 2010.

Besparingskostnader

Genom att beräkna besparingskostnad (öre/kWh) för åtgärderna får man en möjlighet att bedöma potentialen för värmehushållning oberoende av värmepriset. Den definieras som

$$\text{Besparingskostnaden} = \frac{\text{Investeringens annuitet} + \text{ev. driftkostnadsökning}}{\text{årlig värmeenergibesparing}}$$

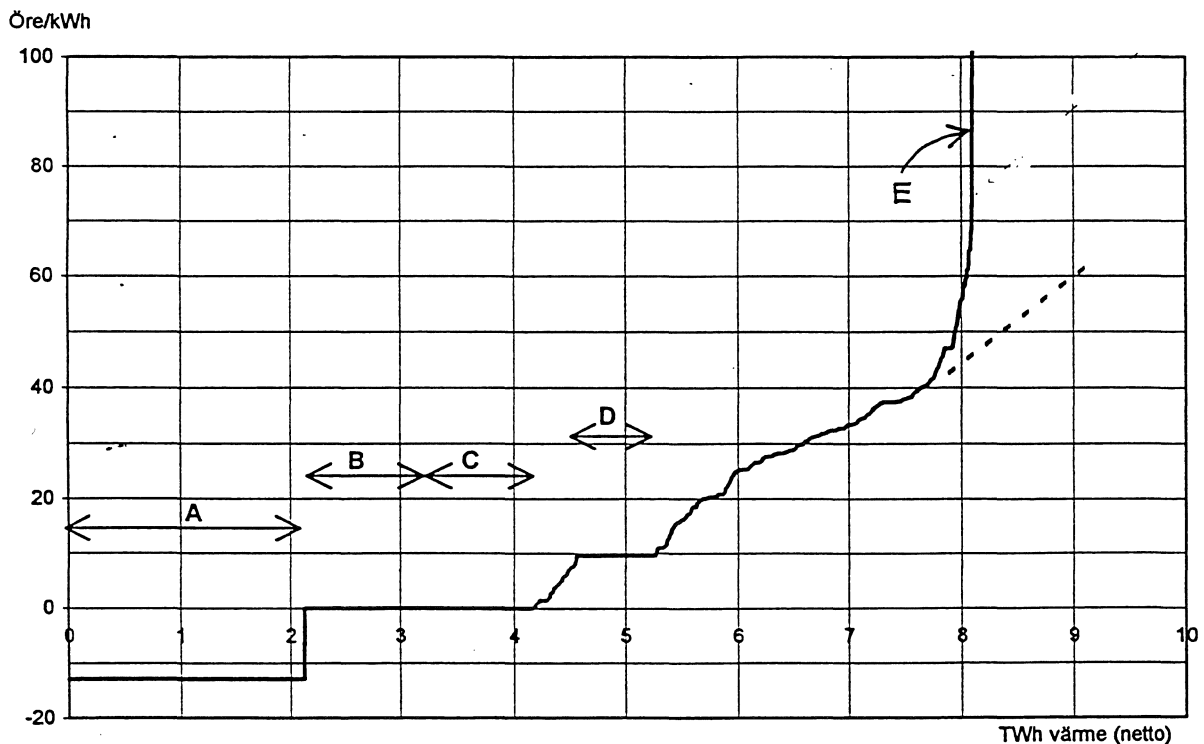
Driftkostnadsökningen i täljaren avser t.ex. ökat behov av underhåll för en installationsåtgärd, men kan också vara en minskning av t.ex. elenergibehovet som orsakats av värmebehållningsåtgärden. Ett typexempel på detta är minskade luftflöden eller minskade driftstider för ventilationen, som ger både värmebesparing och minskat elbehov till fläktarna.

I kurvan nedan är åtgärderna rangordnade efter stigande besparingskostnad, och ställda mot ackumulerad (netto-)värmebesparing i landets lokalbestånd. Besparingskostnaden är så definierad att den direkt skall kunna jämföras med värmepriset, och man kan därmed vid olika värmepriser avläsa den totala värmebehållningspotentialen.

Kurvan är uppbyggd av både de "fristående" sparåtgärderna och de åtgärder som görs i samband med ombyggnad/renovering. För de fristående åtgärderna kommer punkterna i kurvan från åtgärder i de enskilda husen. De fristående åtgärderna av olika typer (t.ex. fönsteråtgärder) ligger alla ganska utspridda vad gäller besparingskostnad, d.v.s man kan inte säga att en viss åtgärd typiskt ligger vid ett visst intervall av besparingskostnad.

Ombyggnadsåtgärderna är representerade som "klumpåtgärder" för hela beståndet. De ser därför ut som ett "trappsteg" i diagrammet, och ligger följaktligen på en viss bestämd nivå på besparingskostnad. Flödesminskningen och andra ombyggnadsåtgärder (A-D i diagrammet) är representerade med värmebesparing enligt Fall 1a.

Nettovärmebesparing vid olika besparingskostnader, för värmeåtgärder i lokaler.



Kommentarer:

- A Minskade luftflöden främst vid ombyggnad av ventilation
- B Fönsterbyte vid ombyggnad
- C Värmeåtervinning vid ombyggnad
- D Tilläggsisolering av väggar vid ombyggnad
- E Kurvan går egentligen inte så vertikalt. Utseendet beror på att åtgärder över ca 60 öre/kWh i besparingskostnad inte är med i det underlag som finns tillgängligt

5 Konverteringar. Bättre verkningsgrader

Konvertering mm från el i elvärmda lokaler

El till uppvärmning 1993 uppgår enligt kommissionens siffror till 6,2 TWh för lokaler, varav 2,5 TWh direktel. Vi har gjort följande bedömning av hur elvärmerna kan väntas minska i lokalbeståndet:

En viss andel av husen med vattenburna system ligger så belägna, att fjärrvärmeanslutning är sannolik (källa: värmetätheter i databasen Masterfile). Totalt bedöms 0,4 TWh elvärme försvinna genom fjärrvärmeanslutning i Fall 1 och 0,7 TWh i Fall 2. El i kombipannor ersätts med bränslen utom på sommaren, minskning 1,0 resp. 0,9 TWh. Elvärmebatterier i ventilationsaggregat kan vara lönsamma att ersätta med vattenvärmebatterier i samband med stora ventilationsombyggnader, vilket kan ge ca 0,7 TWh elminskning. Direktverkande el i flerbostadshus och lokaler bedöms alltför dyrt att ersätta med vattenburet system, även i samband med större ombyggnader, och i stort sett ingen elminskningspotential beräknas för direktelen.

Sammantaget har vi för lokaler bedömt en elminskning på 2,1 TWh i Fall 1 och 2,3 TWh i Fall 2.

Bättre verkningsgrader

I huvudtextens tabeller redovisas värmeanvändningen också som tillförd energi i form av bl.a. TWh bränslen. Vi har där tagit hänsyn till att flertalet pannor hunnit bytas ut till 2010 och 2020, och att successivt allt bättre pannverkningsgrader medför minskat behov av tillförd energi. Följande verkningsgrader har antagits. För nuläget 1993 är verkningsgraderna anpassade så att de stämmer med kommissionens netto- och bruttosiffror. Takten i förbättringen av verkningsgrader bygger på material från Nutek Analys.

Verkningsgrader för oljepannor i lokalhus:

* Nuläge 1993	74%
* År 2010 Fall 1a	78%
* År 2010 Fall 2a	80%
* År 2020 Fall 1a	83%
* År 2010 Fall 2a	85%

Detta är värden för Fallen a, med val av optimal teknik. I Fallen b, verkligt genomförda åtgärder, antas verkningsgradsförbättringen vara tre fjärdedelar av den i Fallen a.

6 Referenser

- (1) Lokalerna och energihushållningen. Rapport från STIL-studien inom Uppdrag 2000. Rapport U 1991/70. Vattenfall, Stockholm.
- (2) Bostadsbyggandet 1993. Modernisering och rivning av flerbostadshus. Bo 21 SM 9401. Statistiska Centralbyrån, Stockholm. (Samt tidigare år av samma statistik)
- (3) Energistatistik för småhus 1993. E 16 SM 9403. Statistiska Centralbyrån, Stockholm. (Samt tidigare år av samma statistik)
- (4) Energistatistik för småhus, flerbostadshus och lokaler. Sammanställning avseende åren 1992 - 1993. E 16 SM 9501. Statistiska Centralbyrån, Stockholm.
- (5) Andersson, Berndt. Kapitalkostnader och avkastningskrav. Statens energiverk, Stockholm. Maj 1988.

Kostnader för energieffektivisering och potentialer i byggnader - Drift och skötsel

Faktaunderlag

Stockholm 95-09-12

CECAB

Christer Ericson

Inledning

På uppdrag av BFR och Energikommissionen vill vi härmed lämna följande bedömningar och kommentarer avseende kostnader för en ökad drift och skötsel inom delområdet *Byggnader*.

Basdata

De statistiska uppgifter vi använt är lämnade av i första hand Energidata i Gbg AB, Sabo samt JM Byggnads & Fastighets AB.

Som bekant råder viss förvirring avseende areabegrepp, vid olika slags beräkningar och bedömningar. Vi har använt oss av begreppet uppvärmd area, eller uppvärmd bruksarea.

Vi har på den korta tid som stått till buds inte kunnat göra någon direkt uppdelning inom flerbostadshusbeståndet mellan de olika kategorierna, hyreshus med och utan förvaltning och bostadsrätter.

Följande statistiska underlag ligger till underlag för våra bedömningar.

Vi har utgått ifrån att ca 40-50% av den totala energianvändningen i Sverige nyttjas av byggnader, ca 137 TWh, och att den inbördes procentuella fördelningen är:

72.0%	Bostäder (småhus och flerbostadshus)
18.0%	Lokaler etc
10.0%	Industribyggnader

Fördelning av uppvärmd area mellan de olika sektorerna är:

2,1 Miljoner lägenheter	160 miljoner m ²
1.8 Miljoner Småhus	288 miljoner m ²
Lokaler	138 miljoner m ²
Industrin	116 miljoner m ²

Uppvärmd area inom det totala byggnadsbeståndet 702 Miljoner m²

Uppgifterna om småhus inkluderar sådana som finns på jordbruksfastigheter 31 Mm²

Den allmänna uppfattningen inom bostadskollektivet, SABO, HSB, Riksbyggen samt Fastighetsägareförbundet anser att en förbättrad drift och skötsel i snitt skulle minska energianvändningen med ca 15% - 25% inom *flerbostadshusbeståndet*.

För *småhus* måste uppgiften skattas med kan sättas till ca 15 %. Beträffande besparings- potentialen inom *lokaler* bedöms potentialen vara 15-20 %. Inom *industrins byggnader* bedöms potentialen vara ca 10-15%.

Fördelningen inom dessa potentialer är ca %:

	FH	SH	Lokaler	Ind
<input type="checkbox"/> Bättre utförande av åtgärder	10	25	15	10
<input type="checkbox"/> Bättre DU-instruktioner	25	25	10	10
<input type="checkbox"/> Bättre organisation av D&U Inkl. driftstatistik	20	15	15	15
<input type="checkbox"/> Utbildning av personal	25	15	40	40
<input type="checkbox"/> Information till personal	10	-	15	15
<input type="checkbox"/> Information till brukare	10	20	5	10

Vissa av dessa förbättringar är förknippade med större eller mindre kostnader, vilka vi inte här har kunnat beräkna.

Vi bedömer dock att en 5-7 %ig minskning av driftkostnaden i *flerbostadshusbeståndet* går att uppnå enbart genom att förändra driftorganisationen (hård styrning), arbeta med driftstatistik och på andra sätt motivera personalen.

Inom sektorn *småhus* är besparingspotentialen lika stor, men betydligt svårare att uppnå, då man knappast någonsin nyttjar professionell driftpersonal. Dessutom är kollektivet betydligt svårare att nå. Uppgifter om energianvändningen är dessutom mycket osäker.

Inom sektorn *Lokaler* är bedömningen att 15-20 %ig minskning av driftkostnaden går att uppnå enbart genom att förändra driftorganisationen (hård styrning), arbeta med driftstatistik och på andra sätt motivera personalen.

Inom flerbostadshussektorn anser vi att ytterligare 10 % kan uppnås genom att öka antalet maskinister med 1 per 2000 lägenheter.

Inom sektorn *Industrilokaler* är bedömningen att 10-15 %ig minskning av driftkostnaden går att uppnå enbart genom att förändra driftorganisationen (hård styrning), arbeta med driftstatistik och på andra sätt motivera personalen.

Fördelningen värme- och elenergi

Vi har i det följande inte räknat med någon direkt uppdelning mellan elförbrukningen och den övriga energianvändningen, då detta inte uppfattats som uppdraget. Vi konstaterar dock inom flerbostadshusen förhållandet 90 % för värme och 10 % för fastighetsel. (Hushållsel ej inkluderat.)

Inom lokaler är förhållandet ca 70-30. För småhus varierar siffran som bekant i förhållande till uppvärmningssättet. I industrins byggnader har vi enbart medtagit värmekostnaden.

Flerbostadshus

Beräkningsunderlag och Beräkningar

1 maskinist per 2000 lgh

Total uppvärmd area 180 miljoner m²
 Energianvändning per m² och år, ca 190 kWh. (Värme och fastighetsel)
 Antal lgh 2.2 Miljoner
 Total area per maskinist, 130.000 m²
 Total årlig energianvändning ca 34.2 TWh
 Årskostnad per maskinist, 300.000:-
 Bedömd kostnad per m² för att uppnå 5-7%-ig besparing 0:-
 Bedömd kostnad per m² för att uppnå 10%-ig besparing 2,3:-.
 Bedömd kostnad per kWh 1-2 öre

Energianvändning

Vi har räknat med att den genomsnittliga, graddagskorrigerade energianvändningen per m² är 190 kWh per år, fördelade på 17 kWh fastighetsel och 173 värme.

$$190 \times 180\,000\,000 = 34.2 \text{ Miljarder kWh eller } 34.2 \text{ TWh}$$

Kostnader

Areabaserad kostnad för åtgärder i spannet 5-7% 0:- per m²
 Areabaserad kostnad för åtgärder i spannet 7-17%. 2.3:- per m²
 180 Mm² x 2.3:- = 414 MSEK.

Energimängdsbaserad ca
 1 öre per kWh 0.01 x 34.2 TWh = 342 MSEK:-

Minskning/år	TWh	Kostnad/år MSEK
5-7%	2.0	-
15 %	5.13	414
20 %	6.84	589
Totalt	6.84	589

Total kostnad för att minska energianvändningen genom en förbättrad drift och skötsel med drygt 20 % blir då, ca 589 MSEK.

Besparingar

2.1 Miljoner lgh använder årligen ca 34.2 TWh á 40 öre för värme = 13.68 Miljarder SEK
 Vi har bedömt att det enbart är på värmen och varmvattnet vi kan göra vinster vad avser drift och skötsel.

Besparingen i kronor per år blir:

Besparing/år %	TWh	Besparing i MSEK
5-7	2.0	800
15	5.13	2052
20	6.84	2736

Total årlig maximal besparing, ca 20%, blir således ca 2.736 MSEK, och för en 0-investering ca 800 MSEK.

För en investering av totalt 589 MSEK erhålls en besparing av 2.736 MSEK.

Den besparing som ligger över 5-7% inom förbättrad drift och skötsel beräknas enl. följande:

Ytterligare ca 10% besparing krävs exempelvis ytterligare 1.100 st maskinister á 300.000:- = 330 MSEK per år.

För att erhålla ytterligare ca 5 % besparing tillkommer kostnader på ca 195 MSEK.

Småhus

Det är betydligt svårare att bedöma både potentialer och dess kostnader för småhus, då statistiska uppgifter inte finns samlade på samma sätt som för lägenheter i flerbostads hus.

Vi har dock gjort ett antal bedömningar och antaganden att den sammanlagda arean för småhus är 288 Miljoner m².

Beräkningsunderlag och Beräkningar

Antal småhus 1.8 Miljoner

Total area, 288 Miljoner m²

Total uppvärmd area per hus, ca 165 m²

Bedömd genomsnittlig energianvändning per småhus 29 000 kWh per år.

Bedömd energianvändning 52.7 Miljoner MWh per år (52.7 TWh), eller 183 kWh per m²

Den angivna arean avser alla permanentbebodda småhus, inkl. bebodda på jordbruksfastigheter. Inte fritidshus. Den angivna arean inkluderar även uppvärmda biareor i källare, garage etc.

Energianvändning

Vi har räknat med att den genomsnittliga, graddagskorrigerade energianvändningen per m² är 183 kWh per år, fördelade på 45 kWh fastighetsel och 138 kWh värme.

$$183 \times 288\,000\,000 = \text{ca } 52.7 \text{ Miljarder kWh eller } 52.7 \text{ TWh}$$

$$\text{alt } 1\,800\,000 \times 29\,000 = \text{ca } 52 \text{ Miljarder kWh eller } 52 \text{ TWh}$$

Kostnader

1.8 Miljoner småhus använder 52 TWh á 55 öre = 28.6 Miljarder SEK

Vi har här räknat med ett ungefärligt pris för värme, varmvatten och el.

Areabaserad kostnad för åtgärder med årlig besparingspotential 5-7%, 3:- per m²

$$288 \text{ Mm}^2 \times 3\text{:} = 864 \text{ MSEK}$$

Att minska ytterligare 10% på förbättrad drift och skötsel skulle kunna beräknas enl. följande:

Areabaserad kostnad för åtgärder i spannet 7-17%

$$288 \text{ Mm}^2 \times 10\text{:} = 2.880 \text{ MSEK.}$$

Minskning/år	TWh	Kostnad/år MSEK
5-7%	3.1	864
15 %	7.8	3744
Tot	7.8	3744

Total kostnad för att minska energianvändningen genom en förbättrad drift och skötsel med 5-7 % blir således, 864 MSEK.

Total kostnad för att minska energianvändningen genom en förbättrad drift och skötsel med 15 % blir, 3.744 MSEK.

Besparing		
Besparing/år %	TWh	Besparing i MSEK
5-7	3.1	1705
15	7.8	4290
Tot	7.8	4290

Lokaler

Beräkningsunderlag och Beräkningar

Total area, 138 Miljoner m²

Total area per maskinist, 50.000 m²

Årskostnad per maskinist, ca 300.000:-

Bedömd kostnad per m² för att uppnå 5-7%-ig besparing 0:-

Bedömd kostnad per m² för att uppnå 10%-ig besparing 2.5:-.

Energianvändning

Vi har räknat med att den genomsnittliga, graddagskorrigerade energianvändningen per m² är 270 kWh per år, fördelade på 108 kWh fastighetsel och 162 värme.

$$270 \times 138\,000\,000 = 37.26 \text{ Miljarder kWh eller } 37.26 \text{ TWh}$$

Kostnader

138 M m² använder årligen 37.26 TWh för el och värme till ett genomsnittspris av 55 öre per kWh. Totalt 20.49 Miljarder kronor.

Areabaserad kostnad för åtgärder i spannet 5-7%, 0:- per m²

Areabaserad kostnad för åtgärder i spannet 7-17%, 2.50:- per m²

$$138 \text{ Mm}^2 \times 2.5\text{:} = 345 \text{ MSEK.}$$

Minskning/år	TWh	Kostnad/år MSEK
5-7%	2.24	-
15 %	5.59	345
Tot	5.59	345

Total kostnad för att minska energianvändningen genom förbättrad drift och skötsel med 5-7% blir således 0:- och för en ca 15% förbättring ca 345 MSEK.

Besparing/år %	TWh	Besparing i MSEK
5-7	2.24	1232
15	5.59	3075

Total årlig maximal 15% besparing blir således ca 3.075 MSEK, eller för en 0-investering ca 1232 MSEK.

För en investering av totalt 345 MSEK erhålls en besparing av 3.075 MSEK.

För att erhålla den kalkylerade maxbesparingen ca 15%, krävs insatser i form av utbildning av befintlig personal, eventuell nyrekrytering, öka statusen på yrket, vissa installationer etc.

Total kostnad för att minska energianvändningen genom en förbättrad drift och skötsel med ca 15 % blir 345 MSEK, och besparingen 3075 MSEK.

Industins Lokaler

Beräkningsunderlag och Beräkningar

Total area, 116 Miljoner m²

Total area per maskinist, 50.000 m²

Årskostnad per maskinist, ca 300.000:-

Bedömd kostnad per m² för att uppnå 5-7%-ig besparing 0:-

Bedömd kostnad per m² för att uppnå 10%-ig besparing 2,5:-.

Energianvändning

Det är mycket svårt att säkert veta uppvärmningsenergin till industrins lokaler, då så mycket värms med spillvärme från processer etc. En utförlig studie som gjordes för ungefär 10 år sedan visar dock att ca 10% av all inköpt energi inom industrin gick till lokaluppvärmning. Vi har nyttjat denna procentsats även idag. 1993 användes totalt ca 135 TWh inom industrin, varför ca 14 TWh bör kunna tillskrivas lokaluppvärmning.

Vi har räknat med att den genomsnittliga, graddagskorrigerade energianvändningen per m² är 121 kWh per år för lokaluppvärmning.

$$121 \times 116\,000\,000 = 14.0 \text{ Miljarder kWh eller } 14.0 \text{ TWh}$$

Kostnader

116 M m² använder årligen 14.0 TWh för el värme till ett genomsnittspris av 55 öre per kWh. Totalt 770 MSEK.

Areabaserad kostnad för åtgärder i spannet 5-7%, 0:- per m²

Areabaserad kostnad för åtgärder i spannet 7-17%, 2.50:- per m²

$$116 \text{ Mm}^2 \times 2.5:- = 290 \text{ MSEK.}$$

Minskning/år	TWh	Kostnad/år MSEK
5-7%	0.84	-
15 %	2.10	290
Tot	2.10	290

Total kostnad för att minska energianvändningen genom förbättrad drift och skötsel med 5-7% blir således 0:- och för en ca 15% förbättring ca 290 MSEK.

Besparing/år %	TWh	Besparing i MSEK
5-7	0.84	462
15	2.10	1155

Total årlig maximal 15% besparing blir således investeringen ca 290 MSEK och besparingen ca 1.155 MSEK, eller för en 0-investering ca 462 MSEK.

För att erhålla den kalkylerade maxbesparingen ca 15%, krävs insatser i form av utbildning av befintlig personal, eventuell nyrekrytering, vissa installationer etc.

Total kostnad för att minska energianvändningen genom en förbättrad drift och skötsel med ca 15 % blir 290 MSEK, och besparingen 1.155 MSEK.

Samtliga tekniska data finns samlat i tabell i slutet av rapporten.

Incitament, Implementering och hinder

Incitamentet för att vilja vidta olika åtgärder för att förbättra drift och skötsel varierar mellan de olika byggnadskategorierna. Mycket beroende på kunskaper, eller avsaknaden av kunskaper om teknik och ekonomi. Det är vidare naturligt att det i småhusen kan vara svårare att genomföra förbättrande drift och skötselåtgärder, då samtliga kostar något att genomföra. Detta oaktat att vinsten går direkt till den som utför förbättringen. Inom industrin kan en svårighet vara att man i så hög grad prioriterar produktionen, att minskningar av energianvändningen för uppvärmning måste betala sig mycket fort för att man ska vara intresserad av någon som helst form av investering.

Samhällets olika styrmedel kan också vara ett hinder för att en fastighetsägare eller förvaltare ska genomföra driftförbättrande åtgärder. I vissa fall taxeras en fastighet upp, då förbättringar genomförs. Detta gäller naturligtvis inte förbättringar av drift och skötsel, men vetskapen om skattemyndigheters syn på detta kan hindra att förbättringen vidtas. Ett ytterligare hinder är den hyreslagstiftning som gäller för bla flerbostadshus. Det är idag bättre att måla om trapphus, som är underlag för hyreshöjning, än att utföra driftförbättringar.

Vi har i detta material velat redovisa att man kan uppnå betydande ekonomiska insatser till mycket små ekonomiska insatser. För att dessa ska kunna genomföras, även om investeringen enbart betyder ett större engagemang, krävs information och utbildning

på alla nivåer. Det kräver även en trovärdighet i de budskap som kommer ut från "samhället"

Slutsatser

För att erhålla en optimerad drift med en så god ekonomi som möjligt, är det viktigt att åtgärder man vidtar, samverkar och att de utförs i rätt ordning. Drift och skötsel förbättringar är insatser som alltid bör inleda optimeringen, då denna förbättring inte kräver någon, eller ringa investering, samtidigt som den ger byggnaden ett annat energikutgångsläge inför eventuella större investeringar.

Vi har tidigare påpekat behovet av information och utbildning tillsammans med en nyrekrytering till maskinistyrket. Detta har visat sig svårt, då det av olika skäl inte anses vara ett yrke med någon högre status.

Här kan samhället spela en väsentlig roll.

Vi har i det här redovisade materialet påvisat den mycket stora lönsamheten i att på ett aktivt sätt arbeta med drift och skötsel förbättringar. Det ger stora vinster till låga investeringar.

Stockholm 95-09-12
CECAB

Christer Ericson

Tabell

Investeringar och kostnadsminskningar för en ökad drift och skötsel

	Basdata			Besp. TWh		Kostn. MSec		Besp. MSec	
	Uppv. area Mm ²	E anv. kWh/m ²	Tot. E anv. TWh	5%	15%	5%	15%	5%	15%
Flerbostadshus	160	190	34,2	2,00	5,13	-	414	800	2052
Småhus	288	183	52,7	3,10	7,80	864	3744	1705	1290
Lokaler	138	270	32,26	2,24	5,59	-	345	1232	3075
Industrilokaler	116	121	14	0,84	2,10	-	290	462	455
TOTAL	702		138,16	8,18	20,62	864	4793	4199	7572

A1:1996
ISBN 91-540-5733-7
Byggeforskningsrådet
Stockholm

Distribution:
BYGGDOK
S:t Eriksgatan 46
112 34 Stockholm
Tel 08-617 74 50
Fax 08-617 74 60