



Det här verket har digitaliserats vid Göteborgs universitetsbibliotek och är fritt att använda. Alla tryckta texter är OCR-tolkade till maskinläsbar text. Det betyder att du kan söka och kopiera texten från dokumentet. Vissa äldre dokument med dåligt tryck kan vara svåra att OCR-tolka korrekt vilket medför att den OCR-tolkade texten kan innehålla fel och därför bör man visuellt jämföra med verkets bilder för att avgöra vad som är riktigt.

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



**Rapport**

**R66:1990**

## **Vitvaror i hushållen**

**Teknisk utveckling internationellt  
och elanvändning i Skandinavien**

**Lee Schipper**

**Dianne Hawk**

**Steven Tyler**

**Byggforskningsrådet**

R66:1990

VITVAROR I HUSHÄLLEN

Teknisk utveckling internationellt  
och elanvändning i Skandinavien

Lee Schipper  
Dianne Hawk  
Steven Tyler

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 880115-2  
från Statens råd för byggnadsforskning till Lawrence  
Berkeley Laboratory, Berkeley, USA.

## REFERAT

Syftet med denna rapport har varit rådgivning till skandinavisk myndighet om hur hushållens elförbrukning kan tänkas utvecklas i framtiden. I den första delen (Tyler och Schipper) har vi jämfört förändringar i elförbrukningstruktur i Danmark, Norge, och Sverige sedan 1970. Vi konstaterade att elförbrukning och dess effektivitet är mycket beroende av inhemsk teknik, bostads- och energipolitik, samt av de internationella apparattillverkarna. Boendevanor spelar också en betydande roll både genom val av apparater samt deras användning. Priset på el är en viktig bestämmelsefaktor.

I den andra delen (Schipper och Hawk) har vi analyserat den internationella marknaden för hushållsapparater och dess betydelse för Skandinavien. Efter en historisk analys av utveckling och förbättring i apparaternas effektivitet, diskuterar vi hur olika styrmedel kan tänkas påskynda utveckling mot allt mer effektiva apparater.

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.

R66:1990

ISBN 91-540-5242-4

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm



## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

DEL 1: EFFEKTIVARE ANVÄNDNING AV EL I HUSHÄLLEN: EN INTERNATIONELL ÖVERSIKT (Schipper/Hawk)		
1.	INLEDNING	2
2.	SAMMANFATTNING	3
3.	ÖVERSIKT ÖVER ERFARENHETERNA SEDAN 1973	4
3.1	Förändringar i mättningsgraden av olika maskintyper sedan 1973	5
3.2	Förändringar i enhetsförbrukning sedan 1973: användningsnivån	6
3.3	Förändringar i enhetsförbrukning sedan 1973: nya maskiners verkningsgrad	7
3.3.1	Mått på förändrad verkningsgrad	8
3.3.2	Tendenser	11
3.4	Många faktorer leder till sänkta elförbrukning: Exemplet Skandinavien	12
4.	UTSIKTER TILL FÖRBÄTTRAD VERKNINGSGRAD FÖR ELEKTRISKA HUSHÅLLSMASKINER	13
4.1	Elteknik: Många sätt att spara energi	14
4.2	Verkningsgrad: Effekterna av tillverkarens och konsumentens "val"	16
4.2.1	Konsumenten: inkomsterna	17
4.2.2	Konsumenten: Elsparkostnad (ESK)	18
4.2.3	Konsumenten: elpriset	19
4.2.4	Hinder för konsumenternas investeringar i energisnål teknik	21
4.2.5	Tillverkarens perspektiv	23
5.	UTPLANANDE FRAMSTEGSKURVA?	24
5.1	Gäller detta för Skandinavien?	25
6.	SNABBARE FÖRBÄTTRINGSTAKT FÖR VERKNINGSGRADEN I KONSUMENTLEDET	26
6.1	Behövs styråtgärder?	26
7.	SLUTSATS: OSÄKERHET	29
APPENDIX 1: SAMMANFATTNING AV LITTERATUREN RÖRANDE LÅGENERGIKYLSKÅP I DANMARK SAMT EN ANALYS AV DEN ROLL SOM DEN EUROPEISKA OCH DEN AMERIKANSKA VERSIONEN SPELAT PÅ SIN RESPEKTIVE MARKNAD		30
APPENDIX 2: TILLVERKARE SOM KONTAKTATS UNDER UNDERSÖKNINGENS LOPP		34
LITTERATURLISTA		35

INNEHÅLLSFÖRTECKNING forts

DEL 2: HUSHÅLLENS ANVÄNDNING AV EL - EN JÄMFÖRELSE  
ÖVER SKANDINAVIEN (Tyler/Schipper)

1.	INLEDNING	1
2.	HUSHÅLLENS ENERGI- OCH ELFÖRBRUKNING	1
3.	JÄMFÖRELSE MELLAN HUSHÅLLENS ENERGIANVÄNDNING	2
4.	ELINTENSITETEN I DANMARK, NORGE OCH SVERIGE	3
5.	HUSHÅLLENS ENERGIFÖRBRUKNING I ETT STÖRRE SAMMANHANG	3
6.	EN DETALJERAD JÄMFÖRELSE MELLAN DE VIKTIGASTE FÖRBRUKNINGSSSEKTORERNA FÖR ELEKTRICITET	7
6.1	Lokaluppvärmning	8
6.1.1	Primär värmekälla elektricitet	8
6.1.2	Sekundära bränslen för bostadsuppvärmning	10
6.1.3	Slutsatser: bostadsuppvärmning	12
6.2	Varmvattenberedning	13
6.3	Matlagning	15
6.4	Belysning	15
6.5	Hushållsmaskiner	15
6.5.1	Kyl- och frysskåp	16
6.5.2	Tvätt och disk	17
6.5.3	Annan utrustning	17
7.	EN JÄMFÖRELSE MED ÖVRIGA OECD	18
8.	ELFÖRBRUKNING OCH LIVSSTIL	21
9.	HUSHÅLLENS UTRUSTNING I FRAMTIDEN: MER ELLER MINDRE EL?	22
10.	LÄRDOMAR OCH INSIKTER: MÖJLIGHETEN ATT SPARA ENERGI	22
11.	SLUTSATSER	24
	LITTERATURLISTA	26
	APPENDIX: KÄLLOR TILL VÅRA DATA OCH VÅRT ARBETSSÄTT	1
	DANMARK	9
	NORGE	12
	SVERIGE	14
	LITTERATURLISTA (Appendix)	20

EFFEKTIVARE ANVÄNDNING AV EL I HUSHÅLLEN:

EN INTERNATIONELL ÖVERSIKT\*

Lee Schipper och Dianne Hawk  
International Energy Studies  
Lawrence Berkeley Laboratory  
Berkeley California USA 94720  
LBL Rapport LBL 27277

---

\* Rapport sponsrad av Svenska Byggforskningsrådet, Stockholm och Oslo Lysvaerker, Oslo. Tidigare studier inom detta projekt sponsrades av The International Energy Agency. Viktiga bidrag har lämnats av Andrea Ketoff och Norbert Hirt. Åsikter som uttrycks i rapporten är författarnas egna.

## 1. INLEDNING

Sedan 1973 har hushållens användning av energi för de flesta ändamål blivit alltmer effektiv i alla OECD-länder.<sup>1</sup> Detta innebär att det idag krävs mindre energiinsats än förr för att åstadkomma en viss energikrävande serviceinsats (uppvärmning, kylning, förflyttning, mekanisk kraft). Dessa förbättringar har skett genom att nya maskiner har slagit igenom och ifråga om bostadsuppvärmning och -kylning genom att nya hus byggts med bättre isolering och att äldre hus byggts om. I föreliggande uppsats analyserar vi vissa av de förändringar som skett när det gäller verkningsgraden för energiförbrukning inom hushållen, och vi diskuterar möjligheter till och hinder för fortsatta förbättringar.

Vår analys syftar till att hjälpa myndigheter i Skandinavien som bidragit till kostnaderna för vår studie att bedöma hur utvecklingen kan komma att se ut ifråga om hushållens efterfrågan på elström. I Sverige är myndigheterna bekymrade över effekten av avvecklingen av kärnkraften, och vill veta mer om hur förbättrade verkningsgrader kan påverka efterfrågan på el. De norska myndigheterna är bekymrade över minskade möjligheter till fortsatt utbyggnad av vattenkraften. Denna minskning kanske kommer att tvinga Norge att utnyttja nordsjögas för ytterligare utbyggnad av elkraftproduktionen, vilket kan innebära högre marginalkostnader. Elkraftproduktionen i Norge och Sverige bygger idag nästan helt på icke-fossila energislag, men båda länderna står inför ökat beroende av fossila bränslen för ökad elkraftproduktion. Sett i ett globalt perspektiv är många experter bekymrade över den påverkan på det globala klimatet som sker med ökad förbränning av fossila bränslen.<sup>2</sup> Ett annat globalt bekymmer som hänger samman med verkningsgraden vid användning av elektricitet är uttunnningen av ozonskiktet i stratosfären som delvis beror på utsläppen av kylmedel - CFC; R11 och R12 - i atmosfären. Praktiskt taget all kylförvaring eller luftkonditionering i hemmen bygger på dessa ämnen. Många företag håller på att ta fram alternativa kylgaser som varken skadar ozonskiktet eller minskar verkningsgraden i kylprocessen. Problemen med risken för globala klimatförändringar och utarmning av ozonskiktet har styrt intresset till verkningsgradens betydelse för att ge mesta möjliga kylning på minsta möjliga insats av fossila bränslen och minst ozonförstörande kylgaser. Det finns alltså många skäl till att folk i Skandinavien bör bekymra sig om verkningsgraden vid användning av elektricitet.

Förbättrad verkningsgrad är ett sätt att minska efterfrågan på elektricitet och att därmed minska problemen som hänger samman med att öka tillförseln av elektricitet. I vår uppsats undersöker vi utsikterna att förbättra verkningsgraderna, genom att vi analyserar elförbrukningen i de viktigaste länderna inom Organization for Economic Cooperation and Development (OECD).<sup>3</sup> I vår parallellstudie gör vi en detaljerad jämförelse av elförbrukningen i Skandinavien.<sup>4</sup> Den internationella analysen ger ett sammanhang som underlättar förståelsen av hur olika faktorer har påverkat utvecklingen av hushållens elanvändning i olika länder. Det finns visserligen många viktiga ekonomiska studier

som rör hushållens efterfrågan på el,<sup>5</sup> men de har sällan betonat enskilda förbrukningsposter och sällan berört tekniska frågor som kan påverka efterfrågan i framtiden. Föreliggande serie uppsatser bör därför betraktas som ett komplement och en utvidgning till ekonometriska studier. En internationell jämförelse belyser också utsikterna till förbättrade verkningsgrader. Elutrustning tillverkas i allt högre grad av multinationella företag och säljs på en internationell marknad. Förändringar ifråga om utrustningens verkningsgrad i ett land där den tillverkas/ används kan därmed komma att påverka utvecklingen i andra länder.

I denna uppsats koncentrerar vi oss på elanvändning för matlagning, belysning, varmvattenberedning (kortfattat), tvätt och tork, samt kylförvaring av livsmedel. Även om bostadsuppvärmning är den dominerande användningsområdet för hushållsel i Sverige och Norge så har vi inte analyserat denna sektor, eftersom den behandlats ingående av skandinaviska forskare. Och eftersom skandinaviska hus har de lägsta genomsnittliga värmeförlusterna i världen<sup>6</sup>, så kan en internationell jämförelse inte tillföra särskilt mycket till detta viktiga ämne. Vi går igenom olika sätt att mäta verkningsgrad, diskuterar verkningsgradens betydelse för den genomsnittliga energiförbrukningen per maskinenhet under de senaste 15 åren, och försöker göra en förutsägelse om hur förändringar ifråga om verkningsgrad och andra egenskaper hos maskinerna kan komma att påverka efterfrågan på el i framtiden. Vi berör ytligt hur myndigheterna kan påverka utvecklingen mot högre verkningsgrader.

## 2. SAMMANFATTNING

Våra grundläggande resultat kan sammanfattas enligt följande:

- \* De flesta elapparater i bostäder är avsevärt mer energisnåla idag än de var 1973, huvudsakligen därför att ny utrustning ersatt gammal. Dessutom har vissa förändringar i konsumenternas vanor minskat elförbrukningen för vissa förbrukningsposter, medan åtgärder i hus med elvärme har minskat värmeförlusterna och därmed minskat elförbrukningen för bostadsuppvärmningen.
- \* Även om dessa förbättringar av utrustningens verkningsgrad inverkat sänkande på förbrukningen per enhet, så har denna inte minskat i motsvarande grad. Förändringar i hur ofta/intensivt en maskin används, olika finesser som ingår i en maskin, samt maskinstorleken, har allmänt sett tenderat att höja förbrukningen per enhet. I de flesta länderna är dock hushållens elförbrukning påtagligt lägre än den skulle varit utan förbättringar ifråga om verkningsgrader.
- \* Nya maskiner och andra elbaserade system är mer energisnåla än äldre, typiska exemplar, men förbättringarna på ny utrustning har minskat eller avstannat, och konsumenterna blir allt mindre



intresserade av att spara energi.

- \* Det finns en stor teknisk och ekonomisk potential för att öka verkningsgraden vid användning av el i ny utrustning, men det kan komma att krävas särskilda riktade åtgärder för att få både producenter och konsumenter att utnyttja denna potential. Förbättringen av verkningsgraden inom de flesta förbrukningsposter under 1973 - 1985 berodde mest på att elpriserna steg och på några informella avtal mellan myndigheterna och tillverkarna, samt på föreskrifter i California. Tekniska förändringar som ledde till minskade kostnader (t ex byte av glasfiberisolering mot polyuretancellplast i kylskåp och frysar) och automatisering av produktionslinjerna var viktiga bakomliggande faktorer. Att ökningstakten ifråga om förbättrad energihushållning minskat beror på att både den enskilde och det allmänna har mindre intresse av att spara energi eller el, vilket i sin tur mest beror på att realpriset på el minskat. Om man vill skynda på processen mot bättre energihushållning måste man alltså meddela föreskrifter och höja elpriset.

### 3. ÖVERSIKT ÖVER ERFARENHETERNA SEDAN 1973

I detta avsnitt går vi igenom en del aktuella förändringar i hur elektriciteten används i hemmen. Först ska vi emellertid definiera vissa begrepp som ofta återkommer i uppsatsen. Varje begrepp är en viktig parameter som påverkar konsumtionen av elektricitet i hushållen.

**Struktur** är det totala konsumtionsmönstret för el, uppdelat på användningsförbrukningsposter och på typer av bostäder/hushåll.

**Mättningsgrad** är andelen av hushållen som har tillgång till en viss maskin eller en viss tjänst, t ex elvärme.

**Nyttjandegrad** avser samverkan mellan användare och maskin. Allmänt menas med användarnivå inomhustemperaturen (eller hetvattentemperaturen), hur länge värmen är på (eller hur mycket varmvatten som används), hur många mål mat som lagas, kilo tvätt som tvättas, osv. I denna uppsats nämner vi ofta maskinstorlek och utrustning i samband med användningsnivå, eftersom dessa också är ett mått på servicegraden. Ett stort kombiskåp med automatisk avfrostning ger t ex mer service till ett hem än ett litet vanligt kylskåp med manuell avfrostning.

**Enhetsförbrukning (förbrukning per hushåll)** är elförbrukning för en viss tjänst per genomsnittligt hushåll som utnyttjar denna tjänst.

**Åtgång** är genomsnittlig elförbrukning för den maskin som ger en viss tjänst.

**Elintensitet** är elförbrukningen per utnyttjad tjänstenhet, t ex kWh/kg tvätt, kWh/liter kylförvaring och dag, kWh/(uppvärmd boyta) x graddagar. Intensitetsmättet är alltså normaliserat med avseende på hur mycket av en viss tjänst en viss maskin presterar. Detta är motsatsen mot verkningsgraden.

**Verkningsgrad** är kvoten mellan levererad nytta och förbrukad energi eller el. Verkningsgraden kan avse en viss grupp av maskiner (t ex kombiskåp i bänkstorlek med automatisk avfrostning) eller enskilda delar av en maskintyp (t ex kompressorn, kondensorn, fläktmotorn). Ett stort kylskåp kan ha högre verkningsgrad än ett litet, och ändå förbruka mer elektricitet per år. Ett kylskåp med automatisk avfrostning kan bestå av komponenter med högre verkningsgrader än ett med manuell avfrostning, och ändå förbruka mer ström på grund av avfrostningsautomatiken. En viss ökning av verkningsgraden innebär alltså inte alltid en motsvarande minskning av genomsnittsförbrukningen per enhet.

Förändringar ifråga elförbrukning är resultatet av förändringar



i mättningsgraden av en viss typ av maskin, huskropparnas isolering (när det gäller bostadsuppvärmning), nyttjandegraden, maskinernas finesser och maskinernas verkningsgrad. Genomsnittsförbrukningen per hushåll och enhet är en funktion av antalet maskiner per hushåll och av de sista fem punkterna på listan. Enhetsförbrukning är en funktion av de sista fyra punkterna på listan. Elintensiteten är motsatsen till enhetens verkningsgrad och är oberoende av de andra faktorerna. Sedan 1973 har alla dessa faktorer förändrats i nästan alla OECD-länder, vilket ger upphov till viktiga förändringar i elförbrukningen per hushåll.<sup>3</sup>

### 3.1 Förändringar i mättningsgraden av olika maskintyper sedan 1973

Innehavet av olika typer av elanvändningsapparater beror mestadels på hushållens inkomst och är känslig för elpriset eller priset på alternativa energislag där sådana kan ersätta el, t ex för varmvattenberedning, bostadsuppvärmning eller matlagning. I Norge, Kanada och Sverige har mättningsgraden av eluppvärmning och elektriskt varmvattenberedning ökat så att elektricitetens marknadsandel ökat inom dessa förbrukningsposter. El tog marknadsandelar från olja genom utbyte, eftersom elpriset låg lägre än oljepriset. I Frankrike har myndigheternas styråtgärder och eldistributörernas marknadsföring gjort att en stor del av nybyggnationen försetts med elvärme. I USA och Japan har värmepumparna legat i frontlinjen vid spridningen av uppvärmning med el. I andra länder har relativt låga priser på naturgas och fjärrvärme stått för en stor del av tillväxten på marknaden för bostadsuppvärmning och varmvattenberedning, som tidigare dominerades av olja. Inom dessa två förbrukningsposter har alltså det relativa priset på elektriciteten haft en betydande inverkan på marknads utseende.

Matlagning med el har ökat på nästan alla marknader, också där naturgasen varit billig, såsom t ex i Holland eller Storbritannien under 80-talet. På denna marknad har priset på el spelat en mindre roll. På marknaderna för belysning och för elektriska hushållsmaskiner (kylskåp, frysar, diskmaskiner, tvättmaskiner och torktumlare/torkskåp) finns inga realistiska alternativ till elektricitet, utom för värmning av vatten till disk- och tvättmaskiner. I dessa elspecifika förbrukningsposter har spridningen och storleken på elektrisk hushållsutrustning ökat i alla OECD-länder. Även belysningsnivån har ökat. År 1987 var skillnaderna ifråga om mättningsgrad av olika hushållsmaskiner mellan olika hushåll inom OECD mycket mindre än de var 1973. Fortfarande är utrymmen för kylförvaring i nordamerikanska hus större än i Europa, och spridningen av diskmaskiner och torkutrustning för tvätt varierar fortfarande signifikant. Sammantaget skulle den ökade andelen el på de marknader där andra energikällor tidigare dominerat ha kunnat

---

\* Observera att det i vissa länder förekommer torkskåp som drivs med gas.

fördubbla den totala genomsnittliga förbrukningen av el per hushåll inom OECD mellan 1973 och 1987. Denna fördubbling inträffade dock inte totalt sett, beroende på förbättrade verkningsgrader och andra faktorer.

I resten av uppsatsen kommer vi att gå igenom olika elektriska hushållsmaskiner, såsom tvättmaskiner och torkutrustning för tvätt, kylskåp/frysar, samt belysning, spisar, och kortfattat varmvattenberedare. Vi kommer att diskutera de faktorer som avgör den genomsnittliga förbrukningen per hushåll och enhet: användningsnivån, finesser/extrautrustning, storlek och verkningsgrad.

### **3.2 Förändringar i enhetsförbrukning sedan 1973: användningsnivån**

För hushåll som redan har en viss utrustning påverkas användningsnivån av både elpriset och andra (icke prisrelaterade) vanor. Vissa användningsförbrukningsposter är extremt känsliga för driftskostnader, andra mindre känsliga för driftskostnader, medan vissa är helt eller nästan oberoende av driftskostnadsnivån. Vissa förbrukningsposter är oberoende av användningsnivån, medan andra är helt avhängiga hushållsmedlemmarnas vanor och rutiner.

Bostadsuppvärmning och varmvattenberedning och elförbrukning för luftkonditionering är mycket priskänsliga förbrukningsposter, eftersom huvuddelen av kostnaderna för att erhålla denna service är kostnaden för el. Det har sålunda gått att påvisa att elpriset inverkar på den servicenivå som efterfrågas - t ex inomhustemperaturen, antal rum som hålls uppvärmda, del av dagen som värmen är på, varmvattnets temperatur. I Danmark sjönk t ex förbrukningen för bostadsuppvärmning och varmvattenberedning avsevärt när elpriset steg 1979 och därefter.<sup>4</sup> Förbrukningen av el för bostadsuppvärmning i Sverige sjönk något under oljekrisåret 1974, men steg åter när den akuta krisen var över. I Sverige inverkar dock bostädernas höga isoleringsgrad minskande på den ekonomiska vinsten med att sänka temperaturen eller på annat sätt minska uppvärmningsbehovet. Detta minskar dragningskraften i att göra kortfristiga neddragningar i dessa länder om inte elpriset stiger avsevärt, såsom skedde i Danmark. Förbrukningen för varmvattenberedning är hög i Sverige och Norge: vi tror att de låga elpriserna är en av orsakerna, att döma av den lägre förbrukningen i Danmark. Elförbrukningen för belysning är också priskänslig, eftersom utrustningen (lampor, armaturer) är relativt billig och konsumenten har absolut kontroll över när den används.

Priskänsligheten på kort sikt är måttlig för andra förbrukningsposter. Användningen av spisar och ugnar påverkas inte av priset lika starkt på kort sikt som bostadsuppvärmning och kylning, eftersom det inte finns några alternativa lösningar för matlagningen. Om elektriciteten förblir dyrbar i förhållande till naturgas kan det hända att konsumenterna kommer att byta ut sin utrustning mot gasvärmda spisar och ugnar.

När det gäller tvätt av kläder är den enda verkliga "marginal"-kostnaden i form av elektricitet den elektricitet som driver motorn, om man jämför med tvätt av kläder för hand, och detta är en liten kostnad i förhållande till den energi som åtgår för att värma vattnet. Detsamma gäller diskmaskiner. Det är svårt att tänka sig att konsumenten skulle vilja skära ner på den automatiserade tvättningen för så små elbesparingar. Å andra sidan kan det hända att konsumenten skulle reglera mängden vatten och vattnets temperatur noggrannare. När det gäller torkning av tvätt kanske soltorkning skulle bli vanligare eller torkning på streck inomhus i tomma rum. För dessa "våtgoods"-förbrukningsposter skulle konsumenten kunna uppnå små men inte obetydliga minskningar av elförbrukningen vid en höjning av elpriset som skulle öka intresset för att spara el.

Elförbrukning för kylförvaring utgör upp till 20% av elförbrukningen i ett hushåll. Denna sektor kan dock inte påverkas mycket av användningsnivån. För ett givet kylskåp kan ägaren inte påverka energiförbrukningen särskilt mycket - antingen är skåpet på eller inte, oavsett om det kyler mat eller inte. (Mängden mat i skåpet och antalet gånger dörren öppnas påverkar dock enhetsförbrukningen.) Elpriset påverkar alltså inte hur hög "användningsnivån" är för utrustning för kylförvaring. Energiförbrukningen för en given kylservice - kylförvaring av livsmedel i en viss volym - avgörs av tillverkaren. På lång sikt kan tillverkarna minska elförbrukningen för att kyla en viss volym, och konsumenterna kan välja att köpa energisnålare utrustning.

För elektronikapparatur och hushållsmaskiner med små motorer är den löpande kostnaden - elkostnaden - en liten del av den totala kostnaden, och oftast osynlig för konsumenten. Därmed påverkas användningen av sådana maskiner inte särskilt mycket av priset på el.

När det gäller Danmark påvisade Möller<sup>7</sup> vissa möjliga förändringar i användningsnivån som ytterligare sänkte enhetsförbrukningen, såsom ändringar i vanorna ifråga om matlagning, tvätt och varmvattenberedning. I vår parallelluppsats<sup>4</sup> visar vi på andra historiska utvecklingslinjer för hushållens vanor som inte har med priset att göra och som påverkat hushållens elförbrukning. Bland dessa utvecklingslinjer återfinns mindre tid i hemmet (vilket påverkar all elförbrukning) och färre och enklare måltider tillredda hemma, vilka tendenser båda sänkt hushållens elförbrukning något sedan 1973.<sup>8</sup>

### **3.3 Förändringar i enhetsförbrukning sedan 1973: nya maskiners verkningsgrad**

Förändringar ifråga om användningsnivå, finesser och storlek som skett sedan 1973 har tenderat att öka enhetsförbrukningen. Trots detta har inte den faktiska förbrukningen per enhet ökat i motsvarande mån. Detta beror på den avsevärda sänkande inverkan på förbrukningen som följer av förbättringar av maskinernas verkningsgrad sedan början på 70-talet. De nya energisnåla

maskinerna ingår nu i beståndet som ett resultat av omsättning (gamla maskiner byts mot nya) och ökad mättnadsgrad. Resultatet är att den genomsnittliga verkningsgraden är högre för hela beståndet av maskiner. Ökningen av hushållens elförbrukningen avtog därför eller övergick i en minskning i de flesta länderna, utom i de länder där bostadsuppvärmningen ökade avsevärt. I några länder, t ex Danmark och USA, stabiliserades eller t o m minskade hushållens genomsnittliga elförbrukning för maskiner. I andra länder, t ex Sverige och Västtyskland, minskade tillväxten för dessa förbrukningsposter mot mitten av 1980-talet. I dessa fyra länder kompenstrades inverkan av den ökade mättnadsgrad och den ökade storleken/utrustningsnivån av förbättringen av maskinernas verkningsgrad. I andra länder, t ex Frankrike, Italien, Japan och Storbritannien, vägde ökningen av mättnadsgraden och ökningen av storlek och utrustningsnivå av maskinerna tyngre än den sänkande effekten av förbättrade verkningsgrader, så att den totala förbrukningen per hushåll för hushållsmaskiner ökade.

Sedan 1973 har alla hushållsmaskiner fått bättre verkningsgrad. För att illustrera åtgärder i detta syfte tittar vi närmare på kylskåpet. Motsvarande analys kan tillämpas på de andra fem förbrukningsposterna som vi behandlat.

### 3.3.1 Mått på förbättrad verkningsgrad

Figur 1 visar som en funktion av tid ett index för elintensitet\* för nya kylskåp eller kombiskåp i tre olika länder. Intensiteten, mätt i kWh/liter/år, har indexerats till 1975 års nivå.\*\* Intensitetsförändringarna i figuren avspeglar olika kombinationer, olika för varje land, av förändringar ifråga om storlek, utrustningsnivå, komponenters verkningsgrad (kompressor, motor, osv) och sålda modeller. Ökningar i volymen minskar kvoten area/volym, vilket i sin tur sänker värmeförlusten per volymenhet, vilket minskar intensiteten (ökar verkningsgraden) hos kylskåpet. Fler och finare finesser på kylskåpet tenderar att öka intensiteten. Kombiskåp med helt automatisk avfrostning eller med isgenerator använder t ex mer elektricitet än de som saknar

---

\* Enheten för intensiteten, eller dess motsats, verkningsgraden, är en annan för andra typer av utrustning.

\*\* Siffrorna för Västtyskland avser genomsnittlig förbrukning för ett typiskt 210-literskylskåp som tillverkats det angivna året. Siffrorna för Japan avser förbrukning per liter för en stor tillverkares mest populära kyl/frys (olika för olika år), som ökat från 150 liter i början av 70-talet till nästan 400 liter 1987. Siffrorna för USA avser den genomsnittliga förbrukningen uträknat på försäljningssiffrorna för alla kyl/frysar som sålts ett givet år. Eftersom kylskåpen testas på olika sätt i olika länder kan man inte jämföra de absoluta intensitetsvärdena direkt. Det är därför vi endast anger ett förändringsindex.



denna. Det är alltså många faktorer utom verkningsgraden som påverkar den genomsnittliga elförbrukningen per enhet.

Diagram av liknande slag som figur 1 kan ritas för utvecklingen för elintensiteten för nästan alla nya maskiner. Hur påverkar dessa förändringar den genomsnittliga förbrukningen per enhet för varje typ av maskin? För att kunna svara på den frågan ser vi först närmare på intensitetsutvecklingen i varje enskilt land.

De tyska siffrorna i figur 1 avser ett "typiskt" kylskåp på 210 liter.<sup>9</sup> Intensitetsförändringarna från 1972 till 1987 beror på förändringar i komponenternas verkningsgrad, eftersom deras storlek är konstant och ingen extrautrustning tillförts. Index visar dock inte på förändringar hos alla nya kylskåp som säljs, eftersom detta skåp bara är en modell av alla som säljs. En typisk ny modell tenderar att vara större än 210 liter och ha mer extrautrustning. Särskilt ofta är den kombinerad med frys. Som nämndes ovan innebär ökad storlek höjd verkningsgrad, medan högre utrustningsnivå innebär sänkt verkningsgrad. Den ökade storleken ökar dock förbrukningen per enhet (mer volym som ska kylas). Ökad storlek och högre utrustningsnivå kan alltså vara tillräckliga faktorer för att öka elförbrukningen i förhållande till befintliga produkter, även om den nya produkten har bättre verkningsgrad än den äldre.

Den japanska kurvan visar egenskaperna hos en stor tillverkares mest sålda kombiskåp. Ändringen i intensiteten efterhand är nettoeffekten av tre samtidiga förlopp: större volymer, förbättrad verkningsgrad för komponenterna, och höjd utrustningsnivå. Intensitetsminskningen som orsakas av de förstnämnda två faktorerna har kompenserat den ökning som höjd utrustningsnivå skulle tendera till. Den allra senaste modellen har tre eller fyra dörrar och en isgenerator. Dessa extra finesser ger upphov till den svaga intensitetsökningen sedan 1984. De japanska siffrorna avspeglar alltså förändringar ifråga om storlek, utrustningsnivå och komponenter, men inte förändringar i verkningsgraden för nya maskiner som säljs, eftersom detta skåp bara är en av många modeller som säljs. Vi vet inte hur mycket denna modell utgör av den totala försäljningen av nya kylskåp. Även om kombiskåpets elintensitet minskat med mer än en faktor 4, så har enhetsförbrukning för kylförvaring ökat, som ett resultat av större volymer och förskjutningen från modeller med en dörr till kombiskåp i nästan alla japanska hem. Genomsnittshushållet i Japan använde annorlunda uttryckt mer el för sitt kylskåp 1987 än 1970. Verkningsgraden har alltså förbättrats, men enhetsförbrukning för kylförvaring i hemmen har ökat i Japan.

Index för USA undviker detta problem. Siffrorna därifrån bygger på "shipment weighed energy factor" (SWEF).<sup>\*</sup> SWEF fångar upp

---

\* SWEF-värdet för alla modeller som säljs i en viss produktklass beräknas genom att den uppmätta verkningsgraden (kyld volym per kWh) för varje såld modell multipliceras med dess marknadsandel varefter dessa siffror adderas. I Västtyskland och

inverkan på verkningsgraden av ökad storlek, utrustningsnivå och verkningsgrad för alla modeller som säljs\* som ligger i en given produktklass. Kurvan för USA i figur 1 avser produktklassen med kombiskåp med automatisk avfrostning, en grupp som utgjorde nästan 50% av försäljningen 1972 och 67% år 1987. Indexet avser genomsnittsensintensiteten för alla modeller som sålts i denna produktklass i USA det givna året. Sedan 1972 har intensiteten sjunkit för dessa kylskåp. Minskningen i intensiteten efter 1986 är förmodligen en följd av staten Kaliforniens normer för hushållsmaskinernas verkningsgrad (personligt meddelande från Jim McMahon, forskare på LBL). Eftersom den genomsnittliga volymen på ett nytt kombiskåp i USA inte har förändrats särskilt mycket, och förändringarna i utrustningsnivå varit försumbara i denna produktklass,\*\* motsvarar kurvan både elintensiteten och enhetsförbrukningen för alla sålda modeller.

Genom att ta genomsnittsensintensiteten för alla sålda modeller som tillhör en viss produktklass kan vi se intensitetsförändringar hos de maskiner som säljs. Utrustningsnivå, storlek och verkningsgrad för komponenter skiljer sig alla mellan olika modeller inom en viss produktklass. SWEF-värdet motsvarar alltså den blandning av modeller som säljs vid olika tillfällen, såväl som förändringar i storlek, utrustningsnivå och komponenter för varje modell. Intensiteten kan variera avsevärt mellan olika modeller med för övrigt likadan utrustning och storlek. I figur 2 visas t ex variationen i årlig elförbrukning, som en funktion av storlek, för kombiskåp som såldes i Sverige 1987. Om konsumenterna köper större kombiskåp kommer elförbrukningen att öka. Men med en viss given storlek kan konsumenterna köpa maskiner med hög intensitet eller med låg intensitet. Denna spridning orsakas både av skillnader i utrustningsnivå och skillnader i den inbyggda verkningsgraden hos komponenterna. Om fler konsumenter köper maskiner med lägre verkningsgrad minskar den genomsnittliga verkningsgraden, även om varje enskild modell har blivit bättre. Det är bara genom att ta hänsyn både till förändringar i produktmixen (storlekar, utrustningsnivåer, etc) och till den faktiska modellförsäljningsprofilen som vi kan få en korrekt bild av hur elförbrukningen för nyköpt hushållsutrustning förändrats.

---

USA skapade myndigheterna dessa mått för att i energibesparingssyfte kunna följa förändringar ifråga om verkningsgrad. Tyvärr omfattar siffrorna för Västtyskland bara åren 1978 - 1985.

\*Med antagandet att försäljningen är proportionell mot tillverkningen (shipment = leverans från fabrik).

\*\* De enda nyheterna är åtkomst via dörren av kallvatten och is, vilket bara gäller 2-3% av försäljningen i produktklassen ifråga. Dessa förändringar har alltså ingen väsentlig betydelse.



### 3.3.2. Tendenser

Kurvorna i figur 1 visar verkligen att nya kylskåp i de flesta länder är mindre elintensiva - har högre verkningsgrad - än äldre. Denna slutsats kan generaliseras till att gälla all elutrustning.<sup>3</sup> Figur 3 visar t ex den genomsnittliga minskningen av elintensiteten av ett antal nya maskiner i Västtyskland, med siffrorna vägda i förhållande till försäljningstalen. Figur 4 avbildar försäljningsvägda förändringar i verkningsgradsfaktorn för elektrisk utrustning i USA. I båda fallen var intensiteten lägre för dessa ändamål 1987 än den var 1973. Experterna tror att motsvarande förbättringar gäller alla nya maskiner som säljs i många andra länder.\* Dessutom ger många enskilda tillverkare övertygande bevis för att utrustningen får allt högre verkningsgrad. Verkningsgraden har ökat för de produkter som de stora tillverkarna marknadsför internationellt.

Hur är det då med andra viktiga förbrukningsposter? Nya eluppvärmda hus har bättre isolering; förbrukningsdata från många länder visar att nyare hus med elvärme förbrukar mindre ström för sin uppvärmning än äldre hus. Lampor med lysrörsteknik som har högre verkningsgrad än glödlampor har ökat under de senaste 15 åren.<sup>\*\*\*</sup> Slutligen är elektronisk utrustning mer energisnål än tidigare. Enligt samtal med tillverkare är elförbrukningen hos en stor färg-TV idag mycket lägre än hos en svartvit mottagare från 60-talet. Spisarnas och ugnarnas verkningsgrad har också höjts.

De förändringar som gäller verkningsgraden hos "våtgoods"-utrustning - tvättmaskiner och diskmaskiner - är en följd av förändringar i ovan uppräknade faktorer och av förändringar i mängden använt varmvatten och temperaturen på detta (gäller endast maskiner som värmer vattnet själva). Mindre vattenmängder innebär mindre elförbrukning för att avlägsna vattnet ur kläderna, och lägre temperaturer innebär naturligtvis mindre elförbrukning för uppvärmning. Figur 5 visar t ex beräknad förbrukning av el och vatten för tvättmaskiner från Siemens

---

\* Schipper et al. uppger att förbättringarna för försäljningsvägda verkningsgrad kan uppskattas till 20-50% för ny utrustning i Holland, Danmark, Sverige och Japan.

\*\* Enligt uppgifter och kataloger från Philips (Eindhoven, Paris, Oslo, Stockholm [Asea Skandia]), Cyllinda (Stockholm), Thompson (Paris) och Elektrolux (Stockholm), fr Europa, och National (Tokyo) och Whirlpool (USA).

\*\*\* Det är tyvärr svårt att bedöma hur stor den kvantitativa effekten av dessa förbättringar ifråga om verkningsgrad är på elförbrukningen för uppvärmning eller belysning.

(Siemens AB, Stockholm, pers. medd.). Andra tillverkare redovisar liknande förändringar, och framhäver dessa i sina annonser. Dessa förändringar ifråga om vattenmängd och temperatur vid tvätt av kläder är ett resultat av förändringar i tvättmedlen och typen av material i kläderna. Vattenförbrukningen har också kunnat minska i och med att man ändrat sättet att spruta in vatten i tvättrumman. Dessutom påpekar experter i alla länder att konsumenterna tvättar mindre med vittvättstemperatur (90°C) och mer vid kulörtvättstemperaturer, eftersom de uppfattar den högsta temperaturen som onödig. Sammanlagt leder dessa förändringar (som i viss mån även gäller diskmaskiner) till sänkt elförbrukning vid tvätt.

### **3.4 Många faktorer leder till sänkt elförbrukning: Exemplet Skandinavien**

Hur kan dessa resultat tillämpas på Skandinavien? I vår parallelluppsats rapporterar vi om förbättrad isolering i nya hus. I vår ursprungliga uppsats<sup>5</sup> fann vi att när det gäller maskiner skedde förbättringar i verkningsgraden av samma slag som i Tyskland och USA också på enskilda modeller som såldes i Danmark och Sverige. När det gäller Sverige jämförde t ex Mills<sup>10</sup> elintensiteten för de vanligaste kombiskåpen som såldes i Sverige 1980 och 1987, i relation till storlek. Han fann (figur 6) att praktiskt taget alla intensiteter föreföll ligga lägre 1987 än 1980. Det minst elintensiva kombiskåpet på 350 liter i figur 6 som såldes 1987 förbrukade bara ca 450 kWh/år, medan motsvarande modell 1980 krävde över 700 kWh. Detta tyder på - men bevisar inte - att den genomsnittliga verkningsgraden hos kombiskåp har förbättrats under denna period: Om inte konsumenterna valde de minst elintensiva modellerna 1980 och de mest intensiva 1987, så tyder denna jämförelse på viktiga minskningar i den genomsnittliga elintensiteten för nya kylskåp. Och eftersom den genomsnittliga storleken på kombiskåp (eller kylskåp, eller frys) inte har ökat så mycket sedan 1973, så innebär detta att den genomsnittliga enhetsförbrukningen måste vara lägre 1987 än den var 1973 (modellerna 1987 var dock något större än 1980). Utan exakta försäljningsviktade siffror kan vi bara uppskatta inflytandet av sänkt intensitet på genomsnittlig förbrukning per enhet. Enligt Mills, och enligt tillverkarna i Sverige, stämmer denna jämförelse för de flesta "vitvarorna". Den typiska nya maskinen som säljs i Sverige är alltså mer energisnål än den som såldes 1973.

Svenska och danska experter tror att enhetsförbrukning har minskat sedan 1973 för de vanliga hushållsmaskinerna. Malinen, på Vattenfall,<sup>11</sup> gjorde en detaljerad modell av det svenska beståndet av kylskåp på grundval av denna typ av statistik. Han gjorde också motsvarande uppskattningar av tvätt- och torkutrustningars och andra hushållsmaskiners egenskaper och elförbrukning, och gjorde en studie av flera hundra svenska hem.<sup>12</sup> Hans rapport tyder på att ny utrustning i hemmen har minskat sin elintensitet i Sverige sedan mitten på 70-talet. Möller<sup>7</sup> rapporterar detsamma för Danmark. Han bedömde effekten av förbättringar av verkningsgraden för nya maskiner som sålts i

Danmark, utgående från uppmätt förbrukning för de vanligaste modellerna i olika storlekar och från försäljningssiffrorna, och kom fram till ett ungefärligt viktat genomsnitt för nya modeller. Han använde dessa uppgifter för att beräkna hur beståndets elintensitet förändrades. Även om varken Möller eller Malinen hade tillgång till detaljerade försäljningssiffror som ger möjlighet att räkna fram intensitet eller verkningsgrad viktat efter försäljningen, så tror de båda att för alla eller de flesta produkter var den genomsnittliga uppmätta förbrukningen för samtliga sålda modeller lägre än året innan, och avsevärt lägre än genomsnittet för hela beståndet.\*

Ovanstående genomgång visar att genomsnittsförbrukningen för hushållsmaskiner i Skandinavien har minskat, som en följd av förbättrade verkningsgrader. Detta innebär att utbyte av gamla maskiner mot nya under lång tid framåt kommer att leda till en sänkt elförbrukning för maskiner, spisar, och viss utsträckning varmvattenberedare. Men kan den tekniska utvecklingstakten upprätthållas? I nästa avsnitt ser vi på faktorer som påverkar utsikterna till ytterligare förbättringar.

#### **4. UTSIKTER TILL FÖRBÄTTRAD VERKNINGSGRAD FÖR ELEKTRISKA HUSHÅLLSMASKINER**

Figur 7 visar genomsnittlig förbrukning per enhet för utrustning i hemmen för kylförvaring i Sverige 1973, 1978 och 1987. Figuren visar också den beräknade enhetsförbrukningen av ny utrustning av varje produktslag med den lägsta förbrukningen (dvs bland maskiner av samma storlek som de mest sålda), den beräknade enhetsförbrukningen av ny utrustning med den högsta förbrukningen, samt vår förutsägelse om en tänkbar "energisnål maskin".\*\* Det energisnåla kylskåpet är t ex av Noergaards konstruktion och marknadsförs för närvarande i Danmark av Gram (kallat LER200). Värdena för de andra "energisnåla" frys- och kombiskåpen har tagits fram genom uppskalning av resultat från Geller<sup>13</sup> eller från Lawrence Berkeley Laboratory<sup>14</sup> för amerikansk utrustning till modeller av den svenska storleken.

Spridningen mellan "högsta" och "lägsta" enhetsförbrukningen för nya modeller är förbryllande. Den "högsta" förbrukar ungefär lika mycket som genomsnittet för hela det existerande beståndet, medan den "lägsta" förbrukar ungefär hälften av detta. Den hypotetiska "energisnåla" modellen förbrukar hälften av den "lägsta" modellens förbrukning. Spridningen tyder på att med övriga

---

\* Tyvärr har ingen sådan statistik samlats in i Norge. Samtal med Philips A/S (O Sveum, pers. medd.) tyder på att Norge haft en motsvarande tendens ifråga om intensitet för enskilda maskiner.

\*\* Maskinerna har valts ur Mills' statistik, med frysskåp på 250 liter, kylochfrysskåp på 350 liter och kylskåp på 400 l.

faktorer lika skulle man med ett byte av alla befintliga maskiner på den svenska marknaden med ett slumpmässigt val av en ny maskin kunna sänka elintensiteten med ca 25% om storlek och utrustningsnivå skulle vara desamma. Det finns en spridning på 2:1 i förbrukning per enhet för hela beståndet 1973 och de nya "högsta" modellerna 1987, bortsett från storlekar och utrustningsnivåer. Storleken ökar inte mycket, men utrustningsnivån stiger, i och med att konsumenterna köper kombiskåp med tre dörrar eller modeller med automatisk avfrostning. Sådana förändringar tenderar att höja enhetsförbrukningen. Vår uppskattning av "lägsta möjliga" förbrukning skulle innebära en spridning på 4:1 för förbrukning per enhet mellan de illustrerade modellerna.

Det är alltså uppenbart att konsumenternas val kommer att ha en väsentlig inverkan på elförbrukningen för hushållsmaskiner i framtiden. Lika viktigt är hur tillverkarna beslutar att utveckla modeller med de förbrukningssiffror som de beskrivna energisnåla modellerna har. Vad är det som påverkar de marknadsförda maskinernas energisnålhet och konsumenternas val? Den tekniska potentialen och ekonomiska bedömningar samverkar för att påverka energiförbrukningen hos de marknadsförda och köpta maskinerna.

#### **4.1 Elteknik: Många sätt att spara energi**

Den första faktor som påverkar efterfrågan på el för hushållsmaskiner i framtiden är den tekniska utvecklingen själv. Det står helt klart att praktiskt taget samtliga slag av elmaskiner som säljs idag kan fås att förbruka avsevärt mindre el.<sup>15</sup> Detta bekräftas av utvecklingen och prognoserna för USA (figur 8), enligt Geller<sup>13</sup>. Dessa prognoser tycks vara djärva antaganden om sänkningar, men de bygger faktiskt på noggranna beräkningar eller verkliga prototyper. Nörsgaard har gjort motsvarande prognoser för danska hushållsmaskiner (se Appendix 1).

Ett enda exempel rörande kylskåp får illustrera hur dessa prognoser tas fram. Noggranna mätningar av faktisk förbrukning, och tekniska modeller för potentiella förbättringar (t ex sådana som utvecklats vid Lawrence Berkeley Laboratory vid framtagnandet av US Appliance Efficiency Standards som föreskrivits i National Appliance Energy Act av 1987) visar hur mycket elförbrukningen skulle kunna minskas om vissa givna tekniska lösningar infördes i det normala kylskåpet på marknaden idag. LBL beräknade hur elförbrukningen skulle minska som en följd av varje specifik teknisk förändring i maskinerna, och som en följd av en hel uppsättning tekniska förändringar.<sup>16</sup>



TABELL 1: Tillverkningskostnad och enhetsförbrukning för kombiskåp med automatisk avfrostning

Nivå	Tekniska åtgärder	Tillverkningskostnad (1987 \$)	Energiförbrukning (kWh/år)
0	Referens	220,0	947
2	Nivå 0 + kompressor med COP 5,0	223,4	841
3	Nivå 2 + cellplast i dörr	224,6	787
4	Nivå 3 + förbättrad cellplastisolering (k=0,11)	227,7	745
5	Nivå 4 + kompressor med COP 5,3	233,2	714
6	Nivå 5 + effektivare fläktar	242,2	683
7	Nivå 6 + 2 tum isolering i dörren	245,7	662
8	Nivå 7 + förbättrad cellplastisolering (k=0,10)	253,2	637
9	Nivå 8 + avkännande avfrostning	269,0	615
10	Nivå 9 + 2,6"/2,3" isolering i sidorna och 2,6" på baksid.	276,1	595
11	Nivå 9 + 3"/2,7" isolering i sidorna och 3" på baksidan	283,5	582
12	Nivå 9 + vakuum i väggen (k=0,05)	296,0	515

--Volym 18,0 kubikfot. Justerad volym 20,8 kubikfot.  
Referensnivå: Kompressor med COP (coefficient of performance, eller värmefaktorn) 4,5. Isolering i vägg: cellplast 2,2" i frysdelen och 1,9" i kyldelen. Isolering i dörr: cellplast 1,5" i frysdelen och glasfiber 1,5" i kyldelen.  
Källa: LBL (referens 14).

Tabell 1 visar hur elförbrukningen skulle minska steg för steg genom att dessa tekniska lösningar infördes. Denna analys tyder på att de tekniska möjligheterna att minska elförbrukningen i kylskåp inte är uttömda än. Andra nya lösningar som inte ingår i denna analys kan ge ytterligare möjligheter till elbesparingar. En grupp på Berkeley har t ex utvecklat en ny typ av isolering, kallad SS-Gel, som ger nästan tre gånger högre isoleringsverkan än konventionell isolering med samma tjocklek. Tekniken är alltså ingen begränsande faktor för framtida elbesparingar.

En del nya tekniska lösningar byggs in så sakteliga i alla maskiner, såsom t ex enkla mikrostyrkretsar; andra tekniska lösningar såsom rotationskompressorer, motorer med variabelt varvtal, dubbla kompressorer, alternativa kylgaser, nya tätningar, finns bara i några få, vanligen dyrare modeller. Ett skäl till att dessa tekniska lösningar inte används överallt är att de är relativt nya och deras att egenskaper inte är fullständigt kända. Det finns t ex inte mycket känt om vakuum som isolering i kylskåpsväggar. Undersökningar vid LBL visar dock att de flesta av de tekniska lösningarna som finns med i tabell 1 är beprövade, välutvecklade tekniska förbättringar som skulle kunna utnyttjas idag. Varför har dessa möjligheter inte slagit igenom?

Ekonomiska omständigheter och föreställningar som styr besluten hos tillverkare och konsumenter om köp/produktion av energisnålare hushållsmaskiner är avgörande för den takt med vilken framstegen görs. I nästa avsnitt kommer vi att gå in på vissa av dessa ekonomiska omständigheter och föreställningar som påverkar hur snabbt och i hur hög grad ny teknik byggs in i vanliga hushållsmaskiner i det uttalade syftet att spara energi. Det är dock viktigt att observera att det sker vissa tekniska förbättringar som minskar energiförbrukningen men som vidtas av andra skäl än energibesparing per se. Nya värmeelement för spisar av keramik, halogenmineral eller baserade på magnetism lovar snabbare matlagning och bättre temperaturstyrning, vilket minskar elåtgången (Philips Francaise, pers. medd., 1988). Eftersom bättre temperaturstyrning är ett försäljningsargument kommer verkningsgraden troligen att öka. Ökade kostnader för vatten och ändringar ifråga om materialet i kläder både uppmuntrar och medger lägre elförbrukning för tvätt av kläder, vilket också ger mindre åtgång av kemikalier och lägre vattenförbrukning (Bosch-Siemens AG, pers. medd. 1989). Zanussi SA (pers. medd. 1988) gjorde bedömningen att nya tekniker för lagring av livsmedel som är mindre beroende av kylförvaring kan tänkas och kan bli aktuella.

#### **4.2 Verkningsgrad: Effekterna av tillverkarens och konsumentens "val"**

Även om tekniken inte sätter några direkta begränsningar när det gäller att förbättra verkningsgraden hos hushållsmaskinerna, så utgör för närvarande skillnaderna mellan samhällets, konsumentens och tillverkarens uppfattning om fördelarna och kostnaderna förknippade med bättre verkningsgrad ett hinder. Konsumenten väger in sin inkomst, förbättringens pris, elpriset och icke-ekonomiska faktorer när beslut ska fattas om att energisnåla



maskiner ska inköpas. Tillverkaren fattar sitt beslut om investering i FoU och marknadsföring av maskiner som är energisnåla utifrån sin bedömning av hur konsumenten kommer att reagera. Enligt ekonomisk teori är det socialt optimala sättet att tillhandahålla en viss servicekvantitet och servicekvalitet det sätt som förbrukar minst resurser (och därmed kostar minst). Såsom vi kommer att beskriva i det följande uppnås inte det socialt optimala sättet att tillhandahålla kylförvaring, uppvärmning, belysning och andra tjänster. Allt för mycket energi förbrukas i förhållande till den tekniska nivån, därför att marknaden har brister som förvanskar konsumentens och tillverkarens perspektiv och därmed deras beteende.

#### 4.2.1 Konsumenten: inkomsterna

Låt oss först betrakta hur hushållets inkomst påverkar valet av hushållsmaskin. Högre inkomster leder till snabbare ökning av antalet maskiner och snabbare utbyte av befintliga maskiner. I Skandinavien är de viktiga hushållsmaskinerna väl spridda: ökad försäljning innebär att maskiner byts ut. Även om nya maskiner sannolikt är större än de som ersatts, så ökar den genomsnittliga storleken endast långsamt.\* Utbytet av maskiner innebär inte någon omedelbar ökning av elförbrukningen. På vissa förbrukningsposter, t ex kylförvaring och tvätt och disk leder utbyte totalt sett till en minskning av elförbrukningen, eftersom de nya modellerna är så mycket energisnålare än de som skrotas. (Om de skrotas: i USA och Sverige hamnar gamla kylskåp ofta i källare, garage eller sommarstugor!)

Högre inkomster innebär också att man har råd med lyxigare maskiner. Lyx kan innebära bättre styrning och lägre elförbrukning för tvätt och tork. För kylförvaring innebär dock lyx oftast större maskiner och fler finesser, och på senare tid ökning av dörrantalet till tre, fyra och t o m fem. I Skandinaviska hushåll ersätter det kombinerade kombiskåpet gradvis endörrskylskåpet vilket i någon mån hämmar ökningen av de rena frysskåpens/boxarnas mättnadsgrad. Automatisk avfrostning håller på att bli populär. Dessa förändringar motverkar en del av besparingarna som den förbättrade tekniken ger. Dessa förändringar har skett i Sverige och Norge liksom i andra OECD-länder, även om effekten av fler finesser på elförbrukningen är betydligt större i de andra länderna, där de nuvarande utrustningsnivåerna (storlek, finesser) ligger något lägre än i Skandinavien. Sammantaget tror vi att effekten av högre inkomster på den genomsnittliga enhetsförbrukning av de viktigare hushållsmaskinerna i Sverige och Norge snarare blir en minskning

---

\*På vissa marknader innebär större spridning att flera hushåll skaffar sig små tvätt- och diskmaskiner och t o m torkskåp/-tumlare som de inte skulle ha köpt för några år sedan. Dessa mindre enheter kan förbruka mindre energi per användningstillfälle, men eftersom de har mindre kapacitet tenderar de att förbruka mer energi per serviceenhet (tallrikar diskade, kg tvätt tvättad eller torkad).

av förbrukningen genom att enheter byts ut än en ökning genom att enheterna blir större eller får högre utrustningsnivå.

#### 4.2.2 Konsumenten: Elsparkkostnad (ESK)\*

Nästa grundläggande faktor som styr val av teknik är kostnaden för att höja verkningsgraden i förhållande till vinsten av denna höjning, vilken senare i huvudsak beror på elpriset. Tyvärr uppfattar tillverkaren, konsumenten och samhället dessa kostnader och vinster på olika sätt.

Låt oss betrakta den faktiska kostnaden för att göra vissa givna ändringar på en viss apparat, och de elbesparingar dessa ändringar ger. Figur 9 illustrerar energibesparingen som följer på gradvisa ökningar av verkningsgraden för ett nytt 625-liters kombiskåp med automatisk avfrostning (denna produktklass utgör ca 70% av försäljningen i USA 1987). "Referens" är den teknik som ingår i de kylskåp som säljs för närvarande. \*\* Tabell 1 återger LBLs beräknade kostnadsökningar förknippade med förbättringar av verkningsgraden. Med dessa förbättringar minskar den årliga förbrukningen med 54%, medan tillverkningskostnaden blir 34% högre, eller USD 76. Räknet på maskinens livslängd motsvarar den inbesparade energin som erhålls med denna extra kapitalinsats lägre energikostnad: Livscykelkostnaden (LCC) gör det möjligt att bedöma förhållandet mellan direkta kapitalutlägg och framtida energibesparingar. LCC är summan av inköpspriset (tillverkningskostnaden plus fabriken, distributörens och försäljarens påslag) och den diskonterade driftskostnaden, av vilken huvuddelen utgörs av energikostnaden.

Om man antar en livslängd på 19 år, en realränta på 7% och en prognos för elpriset som säger 0% årlig ökning, har LBL beräknat den totala ägarkostnaden för kombiskåpet alltefter tekniska förbättringar som höjer verkningsgraden (figur 10).\*\*\* LBL har

---

\* I referenserna 14 och 18 återfinns en närmare diskussion av de begrepp som behandlas i detta avsnitt och i fortsättningen.

\*\* Bland annat 50 mm cellplastisolering i väggarna, 37 mm glasfiberisolering i dörren, 55 mm cellplast i frysens väggar, 37 mm cellplast i frysens dörr, ett EER-värde för kompressorn på 4,5, en förångarfläkt på 10W och en kondensorfläkt på 13,5W. Ytterligare detaljer återfinns i referens 14.

\*\*\* Den möjliga minskningen av elförbrukningen är något mindre om man skulle avstå från de åtgärder som ökar förbrukningen av freoner (för cellplastisoleringen). Inte heller utnyttjas Gel-isolering. Sådan isolering, som inte bygger på freoner, är avsevärt dyrare än cellplast, men i gengäld kan innerutrymmet i skåpet göras något större. När alla kostnader och vinster beaktats, tycks det som om denna nya isoleringsteknik skulle leda till ännu lägre kostnader.

gjort motsvarande analyser för ett stort antal hushållsmaskiner<sup>16</sup>, och även tillämpat analysmetoden på andra aspekter på hushållens energiförbrukning, såsom byggnormer ur energiperspektiv.<sup>17</sup>

Resultaten av denna typ av beräkningar är mycket känsliga för räntenivån och den takt man postulerar för höjningen av elpriset. Om man tar en lägre realräntenivå lyfts kurvan uppåt och blir brantare. Referensskåpet blir dyrare i förhållande till den apparat som motsvarar teknisk nivå 12. Lägre realränta innebär alltså att framtida utgifter värderas högre. Detta innebär att skillnaden mellan LCC för mer energisnåla maskiner och sådana som förbrukar mer ström ökar. Värdet av en investering i en apparat med högre verkningsgrad skulle öka i förhållande till andra investeringar. En ekonomiskt rationell konsument (på en helt fri marknad) skulle jämföra med alternativa investeringar såsom i aktier, obligationer, sparande med mera, och skulle välja den investering i förhöjd verkningsgrad som ger samma eller större vinst som dessa andra investeringar. Man skulle alltså förvänta sig att de maskiner som har de lägsta LCC-värdena vid en realränta på 7 - 10% (vilket är bättre än eller lika med vad man kan förvänta sig om man sparar pengar) skulle vara det vanligaste valet. Istället visar empiriska undersökningar att maskiner med ett lägsta LCC-värde som motsvarar en realränta på 40% upp till över 160% är de som för närvarande säljs på marknaden.<sup>\*18</sup> Detta visar att man värderar den omedelbara utgiften betydligt högre än den framtida kostnaden. Såsom kommer att framgå av vår diskussion nedan orsakas detta till synes irrationella beteende av flera marknadsmässiga och institutionella barriärer.

#### 4.2.3 Konsumenten: elpriset

Det ursprungliga elpriset och takten i höjningen av elpriset är de andra variablerna som påverkar en maskins absoluta LCC-värde och de relativa skillnaderna mellan LCC-värdena för olika maskiner med olika verkningsgrad. Med en given realränta kommer ett förhöjt elpris att flytta upp LCC-kurvan och en snabbare ökningstakt kommer att göra den brantare. LCC-kurvans minimipunkt är den punkt där kostnaden för ytterligare investering i förhöjd verkningsgrad per insparad kWh ökar livscykelkostnaden.

---

\* Realräntan kan konverteras till en ekvivalent tidsperiod för återbetalning av investeringen. Detta är alltså den tid (i år) som det tar innan värdet de ackumulerade energibesparingarna blir lika med inköpspriset. För föreliggande exempel med kylskåpet med en livslängd på nästan 20 år ligger återbetalningstiden för det angivna realränteintervallet på från 3 till 1 år. Högre realränta innebär att konsumenten vill ha kortare återbetalningstid, eller annorlunda uttryckt, desto kortare blir konsumentens ekonomiska perspektiv.

Denna ökning av kapitalkostnaden kombineras med den totala energibesparingen (i kWh) varvid man erhåller ett indikatorvärde som kallas energisparingskostnad (ESK). ESK-värdet är den adderade kostnaden för kapital och underhåll fördelad på livslängden (vid en given realräntenivå), dividerad med den årliga inbesparingen i energi.\* Observera att denna beräkning är oberoende av elpriset. Tabell 2 visar ESK-värden av de olika tekniska nivåerna för vårt exempel med ett kombiskåp. Därefter kan ESK-värdet jämföras med elpriset: om en höjning av verkningsgraden ger ett ESK-värde som är lägre än eller lika med elpriset är investeringen lönsam för en ekonomiskt rationell konsument och ur samhällets synvinkel. Dessa investeringar görs inte på dagens marknader.

---

\* Enheten för CCE vid division av utjämnade investeringskostnader per år med energibesparing per år blir dollar/kWh.

TABELL 2  
 ESK - energisparkostnad  
 Kombiskåp med automatisk avfrostning<sup>a</sup>  
 (US cents/kWh)

Nivå 3 <sup>b</sup>	Nivå 4	Nivå 5	Nivå 8	Nivå 12
0,68	0,89	1,23	2,20	3,96

a) endast med dörrar; b) nivåerna motsvarar dem i tabell 1.  
 Källa: Referens 14. Obs 1 SEK = 16 US cents.

Det framgår av tabell 2 att ju högre elpriset är, desto fler är de förbättringar som har ett ESK-värde under eller lika med elpriset. Desto fler investeringar i bättre teknik är alltså berättigade, eller desto mer tjänar en konsument på att investera i teknik med högre verkningsgrad. I jämförelse med de olika prisnivåer som finns i USA (eller som förväntas förekomma under de kommande 20 åren), så är de flesta av de tekniska förbättringar som LBL undersökt "lönsamma". Slutsats: Inom detta breda prisintervall skulle konsumenterna kunna spara miljarder dollar genom att de flesta hushållsmaskinerna gjordes avsevärt energisnålare.

Spridningen på elpriset till hushållen i olika länder inom OECD är större än en faktor tre<sup>19</sup>, med Sverige och Norge i den nedre delen och Japan, Danmark och Västtyskland i den övre. Konsumenterna i Japan, Danmark och Västtyskland har varit mer intresserade av elsparande än konsumenterna i andra länder. Genomsnittsförbrukningen för kombiskåp i Japan sjönk mer än i något annat land när tillverkarna tog fram roterande kompressorer och andra tekniska lösningar för att få ner energikostnaden. Eller betänk konsumenternas val av modell. Extraisolerade frysboxar kostar t ex mer än vanliga, men ger tillbaka fördyringen genom elbesparing på 5 - 7 år (vilket motsvarar en realränta på 22 - 14%). I Västtyskland är andelen energisnåla frysboxar signifikant. I Skandinavien är andelen sådana frysar mycket liten, även om deras andel är något större i Danmark, där elpriset är högt, än i Sverige och Norge, där elpriset är lågt. Bland de länder vi studerat är produktutvecklingen snabbare på "högpris"-marknader (Danmark, Västtyskland, Japan) och konsumenterna i dessa länder tenderar att vara mer intresserade av energisnålhet (investerar t ex mer i energisnål teknik) än konsumenterna i länderna med förhållandevis låga elpriser.

#### 4.2.4 Hinder för konsumenternas investeringar i energisnål teknik

Varför är konsumenterna så ointresserade av att spara el? För att belysa denna fråga studerade LBL konsumenternas val närmare. I USA kan en konsument välja mellan likartade maskiner som i



huvudsak skiljer sig i sin energiförbrukning. Deras val bygger inte på LCC- eller ESK-analys. Varför avviker konsumentbeteendet från det som skulle vara optimalt både ur en ekonomiskt "rationell" konsuments synvinkel och ur samhällets synvinkel? Det finns flera skäl till detta. För det första fann LBL att avvägningen mellan energisnålhet och högre inköpspris inte var lätt (även om den var mindre oklar för vissa maskiner, såsom luftkonditioneringsaggregat, än för andra, såsom kylskåp).<sup>20</sup> En energisnål maskin kanske saknar vissa finesser, eller har finesser som köparen inte vill ha. För det andra kanske de mer energisnåla maskinerna inte finns i affären. För det tredje kanske den rationelle konsumenten inte har blivit informerad om kostnad och vinst med energisnåla tekniska lösningar och kanske inte kan utnyttja sådan information om den finns att tillgå. Det kan vara för komplicerat att skaffa sig denna information/kunskap. För det fjärde kanske den rationelle konsumenten inte har tillräckligt mycket pengar att investera eller känner sig alltför ekonomiskt osäker för att vilja låsa sina tillgångar i investeringar som har återbetalningstider på mer än några år. För det femte är den faktiska besparingen liten både absolut och som en procent av inkomsten. De nämnda fem faktorerna har särskilt stor betydelse när det gäller inköp som framkallas av att konsumentens befintliga maskin gått sönder, alltså när ett byte måste ske omedelbart. För det sjätte påverkas konsumentens val av maskin ofta mer av sådana egenskaper hos maskinen som inte påverkar de nämnda kostnadskalkylerna. Samtliga tillverkare som vi tillfrågat medgav att energisnålhet faktiskt var ett försäljningsargument, men de hävdade samtidigt att färg, bullernivå och andra egenskaper hade större betydelse. Och för det sjunde kanske den konsument som använder maskinen inte är den som köper den, varför inköpskostnad och energibesparing inte sammanfaller på samma person. Det kan vara värden eller byggherren som köper maskinen med syfte att hålla nere investeringskostnaden, eftersom han inte står för driftskostnaden. Av våra samtal med experter på hushållsmaskiner och tillverkare i alla länder, har det framgått att energisnålhet har större betydelse för köpare i Danmark och Västtyskland än för köpare i Sverige, Norge, Frankrike och USA. Ingenstans spelar dock en maskins energisnålhet en dominerande roll för konsumentens val. Tillverkare i Frankrike rapporterade att det viktigaste säljargumentet för en extraisolerad frys är att den kan hålla maten frusen under 48 timmar efter ett strömavbrott. Denna tidrymd får därför stor plats i reklamen.

Detta problem - höga räntor för konsumenten, eller korta investeringsperspektiv - var ett av de viktigaste argumenten för införandet i USA av normer för lägsta nivå hos verkningsgraden. De amerikanska föreskrifterna kan försvaras med hänvisning till "kostnadseffektivitet", eftersom beräkningarna bakom normerna bygger på realräntor som gynnar konsumenten mer än de räntor som t ex bankerna ger. Realräntorna på 7 - 10% är fortfarande ett avsevärt steg nedanför dem som konsumenterna tillämpade i LBLs studie: från 40 upp till över 160%. Syftet med normer är att tvinga konsumenter - och tillverkare - att förlänga det ekonomiska perspektivet något längre än det som dessa siffror baseras på!



Slutsatsen är klar: marknadens krav på investeringar i energisnål teknik i nya maskiner är obetydligt. När elpriset går upp visar konsumenterna ett starkare intresse för energisnålhet, men detta intresse bygger fortfarande på ett mycket kort tidsperspektiv.

#### 4.2.5 Tillverkarens perspektiv

För att få fram tillverkarnas perspektiv intervjuade vi nästan ett dussin företag och industriförbund över hela världen.\* Tillverkarnas beslut att investera i forskning och utveckling av och marknadsföring av energisnålare utrustning bygger först och främst på deras iakttagelser av det tillfället gällande konsumentbeteendet och deras förväntningar beträffande framtida konsumentbeteende och bedömningar av risker med ny teknik. Tillverkarna ser den extremt höga räntan som tillämpas av konsumenterna, och aktar sig för att tillverka något dyrare maskiner som inte kan hävda sig på marknaden gentemot billigare (men mer energikrävande) modeller. Tillverkaren löper en ekonomisk risk, eftersom han måste modifiera sin produktionsprocess och göra extra investeringar (särskilt i förtid innan monteringslinjerna ändå ska läggas ned eller byggas om). I sådana fall är tillverkaren osäker om huruvida hans extra investeringar kommer att betala sig i försäljningsintäkter.

Tillverkare med begränsad tillgång på kapital investerar detta i sådana förbättringar av maskinerna som har stor betydelse för konsumentens val av produkt. Det japanska företaget som finns med i figur 1 har t ex satt in en isgenerator som gör is utan luftbubblor!. Amerikanska kylskåp har vatten- och dryckesmunstycken och mjölkfack som nås utan att dörren behöver öppnas. Skåp med tre och fyra dörrar har kommit på marknaden i Sverige. Dessa modeller slösar inte med energi, men tillverkarnas resurser som tidigare användes för att höja verkningsgraden plöjs nu ned i dessa andra "förbättringar".

Slutligen är tillverkarna också känsliga för risker för tekniska misstag. Tekniska risker uppstår när ny teknik införs (särskilt när den införs i snabb takt). Enligt uppgift förlorade General Electric i USA hundratals miljoner dollar<sup>21</sup> på en monteringslinje för tillverkning av energisnåla roterande kompressorer. Linjen skrotades därför att produkten var av dålig kvalitet. Amerikanska företaget har inte lärt sig tillverka roterande kompressorer. En viktig energibesparande teknisk lösning för kylsektorn - isolering med vakuum i väggarna - ses av tillverkarna som en teknisk risk därför att dess långsiktiga hållbarhet är okänd. På samma sätt leder osäkerheten med alternativ till kylgaserna R11 och R12 till att praktiskt taget ingen tillverkare vill investera i en ny linje för kylskåp förrän acceptabla alternativ finns till dessa kylgaser (kompressortyp och isoleringsgrad optimeras utgående från den valda kylgasen). Detta innebär att tekniska förbättringar ifråga om kompressor- och isoleringsteknik får

---

\* Se listan i Appendix 2.

vänta tills myndigheterna beslutat sig för vilka kylmedel som kan anses miljömässigt acceptabla.

Vilka affärsmässiga faktorer uppmuntrar förnyelse och företagsforskning i elektricitetsbesparande syfte? Självklart minskas risken för en företagare vid investering i högre verkningsgrader av högre elpriser och förväntade prishöjningar i framtiden. Högre elpris gör konsumenten mer benägen att köpa energisnålare maskiner, även med deras låga realräntevärde (eftersom ESK-värdet för flera maskiner då kommer på eller under elpriset). När priserna stiger kan tekniskt risktagande lättare rättfärdigas av potentiella försäljningsvinster.

##### 5. UTPLANANDE FRAMSTEGSKURVA?

Nettoeffekten av de faktorer som presenterades i avsnitt 3.3 var en minskning av nya maskiners elintensitet mellan 1973 och 1985. Det finns emellertid tecken idag på att framstegstakten när det gäller energisnålhet hos de hushållsmaskiner som säljs håller på att sjunka. Figur 1 visar t ex att elintensiteten hos nya kylskåp i de tre länderna har planat ut: modeller som såldes 1987, som är mycket energisnålare än dem som såldes i början av 70-talet, är kanske inte påtagligt energisnålare än dem som såldes 1986.

Orsaken till denna utplaning är enligt de tillverkare vi tillfrågat att elpriset slutade stiga i många länder vid mitten av 80-talet (beroende på att det internationella oljepriset sjönk), vilket med de realräntenivåer som dagens konsument tillämpar innebär att ytterligare energibesparingsförbättringar inte kan rättfärdigas. Ytterligare energibesparingsförbättringar kan rättfärdigas ekonomiskt vid realräntenivåer på mellan 8 och 64% (återbetalning på tio till två år). Tillverkarna uppfattar andra egenskaper hos produkterna som mer befrämjande för försäljningssiffror, marknadsandelar och vinster. Tillverkare som vi tillfrågat tror att utplaningen blir bestående. De bedömer att förbättringen i verkningsgrad kommer att fortsätta i långsam takt, med ca 1% per år fram till slutet av århundradet.<sup>22</sup> Denna bedömning stöds av plattan i figur 1 och tycks avspeglas i Vattenfalls och Möllers prognoser. Om denna utplaning av förbättringstakten blir bestående kan elförbrukningen för hushållsmaskiner komma att stiga igen allteftersom större och lyxigare modeller dyker upp i hemmen. Elförbrukningen per maskin kanske inte ökar, men den kanske inte sjunker alls i samma takt som under slutet av 70- och början av 80-talet. (I USA kommer dock de nationella energibesparingsnormerna för hushållsmaskiner att göra 1990 års modeller mer energisnåla.)

Andra bedömare<sup>23 24 25 26 27 28 29</sup> tror att det är både tekniskt och ekonomiskt berättigat med fortsatta förbättringar. Detta följer av ESK- och LCC-analyser, som avspeglar lägre, mer socialt positiva realräntor. Dessa räntor är berättigade med tanke på behovet av att värdera framtida energibesparingar högre och att flytta fram konsumenternas ekonomiska beslutsperspektiv (särskilt med tanke på att nya elkällor blir allt dyrare), och även i jämförelse med andra marknadens återbetalningsnivåer.

LBLs undersökningar understödjer både tillverkarnas och samhällets ståndpunkter: det finns en potential för tekniska förbättringar och högre ekonomisk avkastning (både ur samhällets synvinkel och från konsumentens synpunkt, mätt som avkastning på investerat kapital); marknaden kommer dock inte att snabbt tvinga konsumenter och tillverkare mot ökad energisnålhet. Takten i framstegen har stor betydelse, eftersom det är den som avgör vår förmåga att reagera på politiska och miljömässiga effekter av utökad produktion av elektricitet.

### 5.1 Gäller detta för Skandinavien?

Tekniken visar på möjligheter att spara ytterligare elektricitet. Erfarenheterna från USA tyder på att energisnålhet bara spelar en obetydlig roll för att påverka konsumentens val av maskin, vilket gör att han inte köper de energisnålaste modellerna. Gäller detta även Skandinavien?

Erfarenheterna i Skandinavien ifråga om elektriska hushållsmaskiner tyder på att energisnålhet spelar större roll för konsumenten där än i USA, men inte så stor roll att energisnålheten är avgörande för val av modell. Den europeiska konsumenten i allmänhet, och den skandinaviska i synnerhet, intresserar sig mer för framtida kostnader än den amerikanska, av tre skäl.

För det första har den amerikanske konsumenten större disponibel inkomst och är därför mindre nödd att beakta möjliga energibesparingar. För det andra betalar konsumenten i USA lägre marginalsatser, vilket minskar lockelsen i att investera idag för lägre kostnader i framtiden.\* För det tredje tycks det idag som om konsumenterna i USA löper lägre risk än de skandinaviska konsumenterna att elpriset kommer att stiga under den närmaste framtiden. Genomsnittspriset på el ligger redan högre än priset i Norge och Sverige, men konkurrenskraftiga alternativ för elproduktion (inklusive mottryckskraft från industrin och energibesparingar i hus) kommer antagligen att motverka dramatiska prishöjningar. Elprisets utveckling i Sverige är betydligt svårare att förutsäga.

Såsom nämndes inledningsvis har intresset för att spara el varit speciellt aktuellt för Skandinavien: avvecklingen av kärnkraften i Sverige, avsaknaden av utbyggbara vattenkraftsreserver i Norge och oron för miljöskador av koleldade kraftverk i Danmark. Ändå har mycket få åtgärder vidtagits för att påverka marknaden för hushållsmaskiner, särskilt i Sverige och Norge. Vår undersökning ger dock inte vid handen att skandinaviska konsumenter för närvarande väljer de energisnålaste maskinerna. Även om nya maskiner är energisnålare än gamla och för det mesta även har lägre konsumtion per enhet, så kommer framstegstakten att vara

---

\* Om en konsument i Skandinavien med en marginalsatt på 75% sparar en enhet energi till framtida priser motsvarar detta fyra enheter av inkomsten före skatt.

låg med de villkor som för närvarande råder på marknaden. Potentialen till mer energisnåla produkter kommer att uppfyllas, men bara på lång sikt.

Tre internationella frågor har satt fart på myndigheternas intresse för spridningen av energisnåla elektriska hushållsmaskiner. Den första är minskningen av ozonlagret i stratosfären som orsakas av utsläpp i atmosfären av freoner från kylskåp och luftkonditioneringsaggregat. Denna fråga har lett till intensiva forsknings- och utvecklingsinsatser för att ta fram ett ozonvänligt alternativ. På kort sikt kanske den nödvändiga övergången från freoner som kylgaser och skumbildare i cellplast kan leda till en viss ökning av elintensiteten, men på lång sikt beräknar man att intensiteten kommer att sjunka igen när tillverkarna optimerar om elutnyttjandet för nya kylgaser. Den andra frågan - växthuseffekten som ett resultat av förbränning av fossila bränslen - kanske leder till internationella överenskommelser för att förbättra maskinernas verkningsgrad. Sådana förbättringar skulle kunna minska behovet av att starta nya kraftverk som eldas med fossila bränslen. Det är också möjligt att om länderna kommer överens om att ersätta fossila bränslen kan alternativen vara dyrare, vilket skulle höja elpriserna. Slutligen innebär ökad spridning av elektriska hushållsmaskiner i utvecklingsländerna<sup>30</sup> påfrestningar för elförsörjningen i dessa länder. De som finansierar kraftverken har börjat inse att de skulle kunna spara enorma investeringar i kraftverksutrustning om man höjer verkningsgraden i förbrukningsledet. Denna insikt kan ge ytterligare påtryckningar på tillverkarna att förbättra samtliga produkter. Alla dess tre frågor kommer på lång sikt att leda till förbättrade verkningsgrader även i Skandinavien: experterna i Sverige och Norge är inte längre ensamma om att intressera sig för energisnålhet.

## 6. SNABBARE FÖRBÄTTRINGSTAKT FÖR VERKNINGSGRADEN I KONSUMENTLEDET

I detta avsnitt ger vi en kortfattad översikt över möjliga strategier för att öka tillverkningsgraden och spridningen av energisnåla maskiner.

### 6.1 Behövs styråtgärder?

För att uppnå potentiell energisnålhet kan styråtgärder krävas, för att påskynda förbättringar av verkningsgrader och för att stimulera konsumenten att köpa energisnåla modeller. Både nationella myndigheter och institutioner som känner oro för kostnaderna förknippade med att tillgodose ökad efterfrågan på el kan vara intresserade av att studera olika sätt att stimulera efterfrågan och tillgången på ännu energisnåla maskiner. Riktade styråtgärder är särskilt nödvändiga där osäkerheten är stor: osäkra tillgångar på och kostnader för energi i framtiden och miljöhot. Vissa typer av styråtgärder gör det möjligt för elprognosmakarna att minska osäkerheten om framtiden. Själva minskningen av osäkerheten är mycket värdefull för planerarna.<sup>31</sup> Normer som slår ut de mest energislösande maskinerna från marknaden håller t ex nere den ökning av efterfrågan som skulle



skett om konsumenter köpt dessa. Om den framtida energitillgången är osäker kan investeringar i program för att öka maskinernas verkningsgrad minska efterfrågan på framtida energitillgångar och därmed bidra till minskad osäkerhet.

Program och åtgärder för att minska elförbrukningen kan rättfärdigas med ett antal argument enligt ovan. Marknadshinder - dålig information, skilda köpare/användare/ägare, köp under press - är alla hinder för att välja energisnålt. Höga konsumenträntor kortsluter effekten av eventuellt återstående marknadsekonomiska mekanismer. I detta avsnitt ska vi kortfattat titta på några styråtgärder och program som kan vara värda att prova.

Såsom visas av Wilson et al.<sup>32</sup> kan åtgärder vara avsedda för (1) att åtgärda marknadsmekanismerna; (2) att ändra på marknaden; eller (3) att ändra marknadsobjekten. Alla utom det sjätte av de hinder som redovisades i avsnitt 4.2.4 för inköp av de energisnålare maskinerna och hindren för tillverkaren att tillverka energisnålare maskiner enligt avsnitt 4.2.5 kan minskas med åtgärder och program som syftar till (1) att underlätta för marknadsmekanismerna (ökad information, normer vid inköp av stora partier maskiner) och (2) att ändra på produkterna på marknaden (föreskrifter om energisnålhet för byggnader och maskiner).

Även om det ligger utanför syftet med föreliggande uppsats att göra en fullständig genomgång av åtgärder för att främja energisnåla maskiner, eller för att främja energisparande överhuvudtaget, så vill vi presentera några viktiga åtgärder:

- \* I några få länder (Västtyskland, Japan), fanns underförstådda avtal mellan myndigheterna och tillverkarna av hushållsmaskiner om en uppsättning energihushållningsmål för de viktigare maskintyperna (se Wilson et al., 1989). För att kunna sätta upp sådana mål måste man först komma överens om mätmetoder, se till att information sprids om målen och marknadsföra dem. Enligt Wilson et al. stimulerade de tyska överenskommelserna utvecklingen mot högre verkningsgrader hos hushållsmaskiner i hela Europa.
- \* I flera stater i USA (och snart över hela USA), har man lagt fast effektivitetsnormer för att styra marknaden och tekniken ännu längre mot energisnålhet än vad höjda elpriser skulle ha lett till.<sup>33 34</sup> Motivet för delstaternas föreskrifter har varit att minska behovet av nya dyrbara kraftverk och att spara pengar åt konsumenterna på lång sikt.
- \* I många distributionsområden i USA har eldistributörerna aktivt marknadsfört energisnålhet genom rabatter på de energisnålaste maskinerna i varje produktklass. I vissa fall har distributören t o m bytt in gamla kylskåp med låg verkningsgrad, som annars hamnar i garage och källare och går i årtal! Motivet för sådana program har i allmänhet varit att minska distributörens behov av



investeringar genom att konsumenterna förbrukar mindre. I vissa fall har statliga myndigheter föreskrivit sådana program istället för att distributörerna själva genomfört dem. Distributörens intresse för programmen har minskat när elpriserna slutat stiga så snabbt.

- \* I vissa områden i Europa (Stockholm, Oslo, delar av Danmark) ägnar sig distributörerna själva åt att marknadsföra energisnål utrustning. Norska och svenska aktiviteter riktades först mot uppvärmning, men nu diskuteras varmvattenberedning, matlagning, belysning och hushållsmaskiner.<sup>35</sup> Motivet för distributören att gå in är vanligen att hålla igen kostnaderna. Vissa distributörer har av departement eller verk "uppmanats" att vara aktiva med att puffa för energisnålhet, medan andra tycks agera i sitt eget intresse.<sup>36</sup>

I större delen av Europa är dock information om olika maskiners testade verkningsgrad den enda formen av styrning mot inköp av mer energisnål utrustning som omfattar hela landet. I Danmark hade utan tvivel höga skatter på el (upp till 40% av priset före skatt) stor inverkan för att öka konsumentens intresse för energisnåla maskiner, men så höga skatter har inte lagts på hushållsel någon annanstans (Wilson et al.). Om resultaten från USA kan tillämpas på Europa kommer dessa åtgärder att avsevärt öka intresset för energisparande, men de kanske inte räcker för att styra konsumenter och tillverkare mot mer energisnåla maskiner.

Experimenten i Europa med elbesparingsprogram är alltför nya för att man ska kunna säga vilka metoder som fungerar bäst, men överenskommelserna i Västtyskland påverkade utan tvivel marknaden där, och även i andra länder, eftersom företag som förbättrat sina produkter för att kunna konkurrera i Västtyskland också sålde sina förbättrade produkter i andra länder, särskilt i Norge och Sverige, där elpriserna förblivit relativt låga.

Efter genomgång av alla prövade åtgärdsprogram kan man föreslå åtgärder som skulle skynda på utvecklingen av energisnålare maskiner i Skandinavien:

- \* att fastlägga minimikrav för kylutrustning, varmvattenberedare, spisar, och möjligen andra maskiner;
- \* att ge rabatter till konsumenter och byggherrar som köper de energisnålaste modellerna. Dessa rabatter kan subventioneras av lokala institutioner (distributörer, kommunen, långivare för nybyggnation)<sup>37</sup>;
- \* att ändra lånereglerna för bostadsbyggande, så att bara de energisnålaste systemen är godkända för sådana lån (eller åtminstone att ta hänsyn till systemens driftskostnader vid bedömningarna av låneansökningarna);
- \* att stimulera framtagande av nästa generation

hushållsmaskiner, så som Noergaard har gjort i Danmark och andra har gjort i USA.<sup>38</sup>

## 7 SLUTSATS: OSÄKERHET

Verkningsgraden för elektrisk utrustning i hemmen är högre i slutet av 1980-talet än den var i början av 1970-talet. Nya hus, varmvattenberedare, maskiner och belysning är energisnålare, och ändringar i sättet att utnyttja vissa av de befintliga maskinerna, i uppvärmningsvanorna och tilläggsisolering av hus och varmvattenberedare har bidragit till bättre verkningsgrader eller minskad förbrukning av el. Högre elpriser och ett annat sätt att se på elbesparingar är de viktigaste skälen till dessa förändringar, även om styråtgärder från myndigheterna hjälpt till på vissa viktiga ställen.

Det finns fortfarande en enorm besparingspotential med genomsnittliga nya maskiner/modeller/hushåll: en 75-procentig minskning av elförbrukningen för belysning (med de nya energisnåla urladdningslamporna); en 30- till 50-procentig minskning av förbrukningen för kylförvaring (med en ny generation av kylskåp); en 25-procentig minskning av elförbrukningen för tvätt och disk; 25 till 50 procents minskning av elförbrukningen för varmvattenberedning. Man kan beräkna rätt så exakt hur mycket - eller snarare hur litet - el som kommer att krävas av avancerad hushållsutrustning. Nya försök visar t ex på en årlig förbrukning i modellen Gram LER200 om 85 kWh, under den prognostiserade förbrukningen på 90 kWh/år.

Samtidigt vet man inte särskilt säkert vad konsumenten kommer att välja, eller vad tillverkarna kommer att erbjuda i framtiden. Den minskade utvecklingstakten för energisnåla produkter är ett viktigt tecken på minskat intresse för energisparande. Orsakerna till den minskade takten innefattar lägre priser på energi och el, lägre värdering av energisparande, okunnighet hos konsumenterna, ovilja hos tillverkarna att ta på sig riskerna med att utveckla nästa generation av hushållsmaskiner. Till syvende och sist beror hushållsmaskinbeståndets verkningsgrad i framtiden av hur konsumenter och tillverkare väljer att agera, så länge som ett urval av möjligheter står båda kategorierna till buds. Dessa båda aktörer på scenen ger upphov till en inbyggd osäkerhet om hur mycket elektricitet som kommer att förbrukas för en viss tjänstenivå i framtiden, och hur höga tjänstenivåer konsumenterna kommer att kräva.

Det är ganska säkert att elförbrukningen kommer att bli effektivare i framtiden<sup>23</sup>. Men det krävs åtgärder och program för att pånyttföda det intresse för energisparande som i början av 80-talet ledde till snabba framsteg. Vi tror att ett antal olika åtgärder och program skulle kunna skraddarsys för svenska och norska förhållanden. Sådana åtgärdsprogram skulle kunna sätta fart på den tekniska utvecklingen och låta konsumenterna få lägre kostnader för energi och därmed minska trycket på miljön från ökad energiförbrukning.

## APPENDIX 1:

### **SAMMANFATTNING AV LITTERATUREN RÖRANDE LÅGENERGIKYLSKÅP I DANMARK SAMT EN ANALYS AV DEN ROLL SOM DEN EUROPEISKA OCH DEN AMERIKANSKA VERSIONEN SPELAT PÅ SIN RESPEKTIVE MARKNAD.**

Av Dianne Hawk, International Energy Studies

Forskarna T Guldbrandsen, J Heeboll, K Mehlsen och J Noergard vid Physics Laboratory III vid Danmarks Tekniska Högskola i Lyngby har under flera år forskat om, konstruerat och testat prototyper av extremt energisnåla kylskåp. De har laboratorietestat två typer av kylskåp: en modell som motsvarar ett typiskt europeiskt kylskåp (benämnt LER200) och en annan modell som motsvarar ett typiskt amerikanskt kylskåp. Ett europeiskt kylskåp kan inte jämföras med ett amerikanskt därför att det är litet (drygt en tredjedel av en genomsnittlig amerikansk modell) och därför att det saknar frysdal, en utrustningsdetalj som nästan alla kylskåp har som säljs i USA. Dessa skillnader bottnar i infrastrukturen - bostadens storlek, plats i köket för kylskåp - samt konsumentbeendet och konsumentens preferenser (hur ofta inköp sker och därmed hur stor förvaringsplats som krävs, t ex). Det vore alltså olämpligt att placera ett europeiskt kylskåp i en amerikansk omgivning och vice versa.

I denna sammanfattning kommer jag att beskriva de två kylskåpen, kortfattat förklara de tekniska förändringar som skiljer dem från de konventionella kylskåp de är avsedda att ersätta, samt ställa energiförbrukning och energibesparing i relation till varandra enligt de resultat som erhållits vid laboratorieförsök. Slutligen kommer jag att diskutera den roll dessa extremt energisnåla kylskåp skulle kunna spela för att minska efterfrågan på el på sin respektive marknad.

#### **Det europeiska kylskåpet**

Tre kompletta prototyper till kylskåpet av europeisk typ har testats på laboratoriet. Syftet med detta skåp ifråga om energiförbrukning var att förbruka endast 40% av den energi som det energisnålaste kylskåpet på den danska marknaden (en Gram 215-liters med en årlig förbrukning på 245 kWh) förbrukar. Kraven på konstruktionen var samma storlek, skötsel och utrustningsnivå som konventionella europeiska kylskåp. Detta kylskåp, som saknar frysavdelning, har en invändig volym på 200 liter, en typisk storlek i Europa. Det har automatisk avfrostning. Ett annat viktigt konstruktionskrav var: "Det ska gå att tillverka kylskåpet utan att införa ny teknik för produktionsverktygen. Nedan följer en kort beskrivning av de viktigaste tekniska förändringarna för att öka verkningsgraden och därmed sänka den genomsnittliga energiförbrukningen för ett kylskåp.

1. Ökning av isoleringsgraden från 3 (Grams bästa) till medeltal 6,5 cm polyuretancellplast (det gamla Gram-skåpets stålskal kunde användas, men ett nytt invändigt plastskal måste formas).
2. Förbättring av kompressorn: mekaniska och elektriska

förbättringar höjde COP-värdet, med en ny motor med förkopplingsmotstånd som förut för startögonblicket men med kapacitans istället för induktans för rotationen. (RSCR ersatt med RSIR.)

3. Förbättrad, större värmeväxlare (för att öka förångnings temperaturen och sänka kondenseringstemperaturen).

Fyra olika laboratorier fick testa de tre prototyperna: Danfoss, en kompressortillverkare; Gram, en kylskåpstillverkare; Danske Konsumentverket; samt Fysiklab III. Dessa prov utfördes under standardiserade betingelser enligt ISO/R 824(19); DIN 8950 (inga öppningar av dörren, tomt skåp). Fysiklab III bestämde den årliga förbrukningen till 102 kWh. Även om andra laboratorier kom fram till värden på upp till 30% mera, så bekräftar provningarna att det uppsatta målet för energiförbrukningen hade nåtts. Samma tendens konstaterades enligt Fysiklab III även vid omständigheter som motsvarar normal användning.

Med det nu gällande elpriset i Danmark, om man utgår från "normalt användningssätt", så skulle den ökade inköpskostnaden för konsumenten vara återbetald på tre år. Kylskåpets totalekonomi höll också vid beräkningar där man tar hänsyn till den extra energi som ligger i det extra material som används för kylskåpet. Den extra miljökostnad som tillverkningen av detta kylskåp innebär (mätt som utsläpp av  $SO_x$ ,  $NO_x$ , C och stoft) bedömdes vara obetydlig i förhållande till de miljövinster som skulle göras av den minskade efterfrågan på el.

Detta kylskåp tycks vara ett exempel på en tekniskt och ekonomiskt realistisk modell för att ersätta dagens europeiska kylskåp. Det tillverkas nu kommersiellt av Gram. Andelen kylskåp utan frysavdelning har dock minskat bland sålda kylskåp i Europa under det senaste årtiondet. Kombiskåp har dominerat försäljningen i de flesta länderna i Europa under de senaste åren. Europeiska konsumenter kanske håller på att gå över till att föredra kombiskåp framför rena kylskåp (när det gäller att ersätta befintliga skåp eller när man gör nyinstallationer). Denna trend tyder på att det beskrivna kylskåpet kanske fyller en allt mindre nisch: kylskåpet med en avdelning, utan frys. Gruppen håller dock för närvarande på att ta fram en prototyp för ett kombiskåp.

---

\* Det finns också på den europeiska marknaden modeller som kallas "rena kylskåp", med en ytterdörr men med flera åtskilda avdelningar inne i skåpet. Temperaturerna i de åtskilda avdelningarna skiljer sig från temperaturen i huvudavdelningen, som är störst. Sådana skåp med en av de extra avdelningarna med frystemperaturer har en liknande funktion som kylochfrysskåp och ingår därför i siffrorna för kylochfrysskåp.



## Det amerikanska kombiskåpet \*

1986 konstruerades ett extremt energisnålt kombiskåp vid Fysiklabb III. Denna prototyp konstruerades för att ge samma tjänstenivå och utrustningsnivå som de bästa 20-kubikfotsskåpen på den amerikanska marknaden 1985. Prototypen har samma yttermått som ett 567-litersskåp, men har den invändiga volymen 510 liter (p g a extra isolering). Såsom är vanligt i amerikanska kombiskåp har båda avdelningarna automatisk avfrostning. Frysen öppnas framåt. Nedan följer en kort beskrivning av de viktigaste tekniska förändringarna för att öka verkningsgraden så att energiförbrukningen per kombiskåp minskas.

1. Två skilda kylsystem, ett för kyldelen och ett för frysdelen.
2. Kondensatorerna för båda kylsystemen är sammanbyggda med skåpet genom att rören sitter på insidan av det yttre stålskalet.
3. Förångarna har modifierats: förångaren för frysen sitter baktill och förångaren för kyldelen är av aluminium; förångarna arbetar med naturlig strålning och konvektion (ingen fläkt).
4. Båda kylsystemen har kolvkompressorer med insug av semi-direkttypen.
5. Ökad isolering av polyuretancellplast: från 51 till 65 mm i kyldelen och från 63 till 85 i frysen (jämfört med bästa modellen 1985).
6. En ny detalj: en elektronisk styrenhet för temperaturerna i de båda avdelningarna och för avfrostningen av frysens förångare.

Prototypen testades med avseende på energiförbrukning både vid Fysiklabb III och BR-Laboratory i Huntington Beach, California. Enligt rapporten gjordes dessa tester enligt standardförfarandet fastlagt av US DOE 1983, med ett undantag. Detta enda undantag av betydelse från den beskrivna proceduren var att ingendera labbet testade över en hel avfrostningscykel, ca 13 dagar,

---

\* Alla upplysningar om detta kylskåp har erhållits ur "Design and Construction of an Efficient US Type Combined Refrigerator/Freezer", av P H Pedersen, G Galster, T Guldbrandsen och J S Norgard, en broschyr som är ett särtryck ur Proceedings from the XCIITH International congress of Refrigeration, volym B, sidorna 547-554.



varför rådata underskattar energiförbrukningen. Om man justerar båda labbens resultat med avfrostningsenergin blev värdet 520 kWh/år för Fysiklabb III och 536 kWh/år för BR. Detta ska jämföras med 890 kWh/år för det bästa tillgängliga 20-kubikfotsskåpet 1985 som prototypen byggts efter (det bästa skåpet 1986 hade 750 kWh/år). Den temperatur som forskarna lagt fast som DOE-standard för kyldelen i skåpet - 45°F, 7°C - stämmer dock inte med testdokumenten från DOE av januari 1984, där den rätta temperaturen anges till 38°F, 3,5°C. Om energitesten genomförts vid 45°F istället för vid 38°F har energiförbrukningen underskattats. Detta skulle i så fall motsvara en del av prototypens lägre energiförbrukning jämfört med det bästa av de amerikanska skåpen på marknaden, vars värde bestämts vid den lägre temperaturen.

Det har inte gjorts någon kvantitativ analys av tillverkningskostnaderna som sammanhänger med dessa tekniska förändringar. De ekonomiska avvägningarna för konsumenten har inte heller analyserats, vilket i huvudsak beror på att de tillkommande tillverkningskostnaderna ska inberäknas liksom elpriset. Tillverknings sättet skiljer sig avsevärt från de nu vanliga metoderna i USA. En annan fråga är om konsumenten skulle acceptera ett skåp med 18 kubikfots invändig volym och 20 kubikfots utvändigt volym. En annan lika viktig fråga är effekten av statliga åtgärder (föreskrifter från NAECA och EPA om klorfluorkarboner som just håller på att utarbetas). Detta har inte utvärderats eller beaktats vid konstruktionen av prototypen. Den kvalitativa sammanfattningen från Fysiklabb III tyder på att förändringarna 1 - 3 och 5 ovan skulle göra prototypen dyrare att tillverka än det bästa skåpet 1985. Å andra sidan får man kostnadsnedskärningar av att den sammanbyggda kondensorn kräver ingen fläkt för att kyla en extern kondensator; frysens fläkt och förångare är mindre och därmed billigare; och eftersom det finns två separata kylsystem så krävs inga särskilda termostater eller luftventiler för att styra luftflödet mellan de båda avdelningarna.

Kombiskåpet av amerikansk typ tycks ha en uppnåelig teknisk potential för minimering av energiförbrukningen med tillgänglig teknik. Typen av kylskåp - storleksintervallet (17 - 20 kubikfot), kombinationen kyl/frys, frys med dörr - är den typ som säljs mest i USA, med en andel av försäljningen 1986 på 72%. Eftersom inga kvantitativa beräkningar har gjorts kan vi dock inte veta om det är ekonomiskt riktigt att massproducera, ur tillverkarens synpunkt, eller att köpa, ur konsumentens (förhöjt inköpspris, återbetalningstid baserat på elpriset i USA,...). Detta kylskåp verkar alltså vara ett realistiskt exempel på den tekniska potentialen för USA-typen av kylskåp, men det är osäkert om den av ekonomiska skäl skulle ta en plats på dagens amerikanska kylskåpsmarknad.

## APPENDIX 2: TILLVERKARE SOM KONTAKTATS UNDER UNDERSÖKNINGENS LOPP

1. Electrolux AB, Stockholm. För internationella och skandinaviska perspektiv. Herrar Segerström, Frenidin, Cronelid, Sundén.
2. Asea Skandia, Stockholm. Skandinaviskt perspektiv. Herr Öhrn.
3. Philips NV, Eindhoven. Internationellt perspektiv. Herrar Stavast, Kuypers (kylskåp); deMol (belysning).
4. A/S Philips, Oslo. Norskt perspektiv. Herr Sveum.
5. Philips SA, Paris. Franskt perspektiv. Herr Alexandre.
6. ZVEI (Zentralverband der Elektroindustrie), Frankfurt. Västtyskt perspektiv. Herrar Zöllner, Knaup.
7. HEA, Stockholm. Svenskt perspektiv. Herr Jacobsson.
8. AMDEA (Association of Manufacturers and Distributors of Electric Appliances), London. Brittiskt perspektiv. Herr Collis.
9. Hitachi Corporation, Tokyo. Japanskt perspektiv. Herr Matsumura.
10. Matsushita (National), Tokyo. Japanskt och internationellt perspektiv. Herr Hino.
11. Whirlpool Corp., Benton Harbor, Michigan. Amerikanskt perspektiv. L Soorus, S Pierson.
12. Zanussi SA, Pordenone, Italien. Italienskt och europeiskt perspektiv. G Abbate.

1. L Schipper, 1987: **Energy Conservation Policies in the OECD: Did They Make a Difference?** Energy Policy, december.
2. D Lashof och D Tirpak, red., 1989: **Policy Options for Stabilizing Global Climate.** Report to Congress. Washington, DC: US Environmental Protection Agency.
3. L Schipper, A Ketoff, S Meyers och D Hawk, 1987: **Residential Electricity Consumption in Industrialized Countries: Changes Since 1973.** I Energy, the International Journal, Vol 12, N.12, 1987. Denna uppsats uppdaterades för The International Agency och för föreliggande arbete.
4. S Tyler och L Schipper, 1989: **Residential Electricity Use: A Scandinavian Comparison.** LBL-27276. Berkeley: Lawrence Berkeley Laboratory.
5. J Dargay, 1980: I **Konsekvensutredningen.** Stockholm: Industridepartementet. Se även J Blaallid och O Olsen, 1978: **Etterspøreselen etter energi: En litteraturstudie.** Artikler 111. Oslo: Statistiska Sentralbyraa.
6. L Schipper, A Ketoff och A Kahane, 1985: **Explaining Residential Energy Use by International, Bottom Up Comparisons.** I Annual Review of Energy, 10. Palo Alto: Annual Reviews, Inc.
7. J Möller, 1986: **Elbesparelser i boligsektorn.** Lyngby: DEFU.
8. L Schipper et al., 1989: **Linking Energy and Lifestyles: A Matter of Time?** I Annual Review of Energy 14. Palo Alto: Annual Reviews.
9. Siffrorna har hämtats från K Bingman et al., 1987: **Stromsparen im Haushalt.** Berlin: Prüfungsgemeinschaft der Elektrizitätswerke.
10. E Mills, 1988: personligt meddelande. LTH. Hans resultat visas i figurerna 7a-c i B Bodlund, E Mills, T Karlsson och T Johansson, 1989: **The Challenges of Choices: Technology Options for the Swedish Electricity Sector.** I T Johansson, et al., 1989: Electricity: Efficient End Use and New Generation Technologies, and Their Planning Implications. Lund: Lund University Press.

11. M Malinen, 1988: personligt meddelande. Se bedömningar i bilaga 4, sidan 20 i Anerberg et al., SOU 1987:68.
  
12. **Mätning av hushållens elkonsumtion, uppdelad på de viktigaste elapparaterna.** Rapport 1 och 2. Vällingby: Vattenfall.
  
13. H S Geller, 1988: **Residential Equipment Efficiency: A State-of-the-Art Review.** Washington, DC: Office of Technology Assessment.
  
14. US Department of Energy, 1988: **Technical Support Document: Energy Conservation Standards for Consumer Products.** DOE/CE-0239. Washington, DC: DOE. Dessa beräkningar, som gjorts av LBL, ligger till grund för de föreskrifter om hushållsmaskiner som snart kommer att börja gälla.
  
15. J Nörsgaard, 1989: **Low Electricity Appliances: Options for the Future.** I T B Johansson et al. red, op.cit..
  
16. I Turiel, 1986: **Design Options for Energy Efficiency. Improvement of Residential Appliances.** De beräknade siffrorna presenterades av Department of Energy, referens 14 ovan, 1988.
  
17. US Department of Energy, 1980: **Economic Analysis: Energy Performance Standards for New Buildings.** DOE/CS-0129. Washington, DC: DOE.
  
18. National Association of Regulatory Utility Commissioners (NARUC) (framtagen av Florentin Krause och Joseph Eto, LBL), 1988: **Least-Cost Utility Planning Handbook for Public Utility Commissioners, Volume 2, The Demand Side: Conceptual and Methodological Issues.** Washington, DC: NARUC.
  
19. International Energy Agency, 1989: **Energy Prices and Taxes.** Third Quarter, 1988. Paris: OECD.
  
20. H Rudeman, et al., 1987: **The Behaviour of the Market for Energy Efficiency in Residential Appliances Including Heating and Cooling Equipment.** I The Energy Journal, Vol 8, nr 1.

21. New York Times, den 4 mars 1989.
22. J Zoellner, 1988: **Energy Conservation in Industry and Households during the past 15 Years and the Future Savings Potential.** Uppsats framlagd vid det gemensamma seminariet i Kiel den 17 september 1988 mellan German Economics Association och Norwegian Association for Energy Economics. Se även K Bingman, 1987: op.cit.
23. T Johansson et al., 1989: **Electricity.** Lund: University Press.
24. J Noergaard och T Guldbrandsen, 1987: **Potentials for Technical Electricity Savings Using known Technology.** Lyngby: Energy Group, Physics Laboratory III.
25. J Noergaard och Preben Buhl Pedersen, 1987: **Low Electricity Household of the Future.** Lyngby: Energy Group, Physics Laboratory III.
26. H Geller, 1988: op cit.. Se även ACEEEs skrift "The most efficient appliances".
27. P B Pedersen, G Galster, T Guldbrandsen och J S Noergaard, 1987: **Design and Construction of an Efficient US-type Combined Refrigerator/Freezer.** Proc. of the XVIIth Int. Congress of Refrigeration (Vol B), Wien, 1987.
28. A Lovins, 1986: Lovins publicerar en katalog över energisnåla alternativ genom sin Competitek Service.
29. I E S granskade också studier av verkningsgrader från Västtyskland (H Feist) och Italien (Zanussi) för sin ursprungliga rapport till International Energy Agency. LBL-rapporterna för olika länder kan rekvireras.
30. L Schipper, 1989: **Household Electricity Use and Conservation in Indonesia.** Rapport till Household Energy Strategies Program, World Bank. Washington, DC: The World Bank.



31. E Hirst och M Schweitzer, 1988: **Uncertainty in Long-Term Resource Planning for Electric Utilities.** ORNL/CON-272. Oak Ridge: Oak Ridge National Lab.
32. D Wilson, L Schipper, S Tyler och S Bartlett, 1989: **Policies and Programs for Promoting Energy Conservation in the Residential Sector: Lessons from Five OECD Countries.** LBL-27289. Berkeley: Lawrence Berkeley Laboratory.
33. California Energy Commission, 1983: **Regulations for Appliance Efficiency Standards Relating to Refrigerators and Freezers, Room Air Conditioners, Central Air Conditioners, Gas Space Heaters, Water Heaters, Plumbing Fittings, Gas Clothes Dryers, and Gas Cooking Appliances.** P400-83-003
34. California Energy Commission, 1983: **California Appliance Standards (A Historical Review) Analysis and Recommendations.** P400-83-020.
35. H Blomberg och H Persson, 1988: **Rabatten på Watten.** Stockholm: Stockholms Energi AB.
36. M Friedrichs och Erich Unterwurzacker, red., 1989: **IEA Workshop on Conservation Programmes for Electric Utilities.** Conference Proceedings.
37. H S Geller, 1989: **Implementing Electricity Conservation Programs: Progress Towards Least-Cost Energy Services Among US Utilities.** I T Johansson, et al., red., 1989: op cit.
38. J Noergaard, 1989: **Low Electricity Appliance: Options for the Future,** samt J Geller et al., 1988: **The Importance of Government-Supported Research and Development in Advancing Energy Efficiency in the United States Building Sector.** I T Johansson et al., 1989, op cit.

HUSHÅLLENS ANVÄNDNING AV EL - EN JÄMFÖRELSE ÖVER SKANDINAVIEN\*

Steven Tyler och Lee Schipper

International Energy Studies, Energy Analysis Program  
Applied Science Division, Lawrence Berkeley Laboratory

Berkeley California USA 94720

---

\* Rapport sponsrad av Svenska Byggforskningsrådet, Stockholm och Oslo Lysvaerker, Oslo. Tidigare studier inom detta projekt sponsrades av The International Energy Agency. Åsikter som uttrycks i rapporten är författarnas egna.

## 1. INLEDNING

Osäkerheten är stor ifråga om hur marknaden för el kommer att utvecklas i OECD-länderna. Under 60- och 70-talen var tillväxten större än någonsin tidigare, men efterfrågan har avmattats under 80-talet. Det finns många vitt skilda uppfattningar om hur stor efterfrågan kommer att vara inom olika marknader för el i framtiden. Föreliggande uppsats granskar utvecklingen inom hushållens elförbrukning med utgångspunkt i hur föränderlig teknik och ändrade vanor påverkar de enskilda hushållens elförbrukning.<sup>1</sup>

De skandinaviska länderna Sverige, Norge och Danmark ger underlag för en särskilt intressant jämförelse, därför att de tillsammans representerar tre olika typer av marknader för hushållsel som förekommer inom OECD-länderna: 1) en marknad med mycket hög andel elvärme (Norge); 2) en marknad där elektricitet på senare tid börjat få betydelse, men inte blivit dominerande, för direkt och indirekt uppvärmning (Sverige); samt 3) en marknad där eluppvärmning spelar en mycket liten roll inom bostadsuppvärmningen (Danmark). Alla tre länderna har samma levnadsstandard, jämförbara bosättningsmönster och likartat klimat, även om vintrarna är både kallare och mörkare i de glesbefolkade norra delarna av Sverige och Norge. Alla tre har tekniskt avancerad byggnadsindustri och (åtminstone på senare tid) likartad bostadsstandard. De har en gemensam marknad för de flesta typerna av energikrävande elutrustning för hemmet. Det kan därför vara av mer allmänt intresse att jämföra hushållens elanvändning i dessa länder, för att belysa hur andra faktorer, såsom energimarknad, teknisk utveckling och politiska riktlinjer, inverkar på hushållens efterfrågan på el.

Jämförelsen har också särskilt intresse med tanke på den stigande efterfrågan på el inom Skandinavien och den ökande miljöpåverkan och den ökade kostnad som nya källor till elektricitet medför inom regionen. Genom att jämföra hushållens elanvändning i dessa länder hoppas vi kunna påvisa de grundläggande faktorer som påverkar konsumtionsmönsterförändringar i respektive land, och de möjligheter som finns för att ytterligare effektivisera elanvändningen i konsumtionsledet. Denna typ av analys är värdefull som ett första steg vid bedömning av tänkbara riktlinjer för elproduktion och elförbrukning.

## 2. HUSHÅLLENS ENERGI- OCH ELFÖRBRUKNING

Man kan betrakta hushållens totala elförbrukning som en funktion av sektorns storlek (antal hushåll, total befolkningsstorlek), graden av spridning för varje särskilt ändamål och förbrukningsintensiteten för respektive ändamål (per individ eller per hushåll). Intensiteten beror på teknikens effektivitet och servicenivån, och mäts ofta i hur många timmar utrustningen används, eller utrustningens storlek eller hur många funktioner den uträttar. Sektorns storlek är lätt att beräkna. Graden av elmättnad kan tas fram ur annan statistik. Förbrukningsintensiteten är dock svårare att beräkna.

När det gäller sådana användningar som kan lösas med andra

energislags beror elintensiteten på hur tillgängliga givna alternativa energislags är, deras relativa priser och på tekniska och traditionsmässiga faktorer som påverkar konsumenten (t ex befintlig utrustning, acceptabla användarmönster för inomhusbruk och bekvämlighet). För hushållsmaskiner och belysning, där vanligen el är det enda alternativet, beror elintensiteten på teknisk effektivitet och på konsumentens beteende både när det gäller att välja och att använda hushållsmaskiner.

Vår uppsats syftar till att förklara skillnader i hushållens elanvändning utifrån dessa grundläggande faktorer, för att kunna dra slutsatser om utvecklingen av efterfrågan på elektricitet och möjligheten till elsparande inom denna sektor. För att granska skillnader mellan hushållens elanvändningsmönster måste man noga studera priser, teknik och vanor för att bygga en heltäckande bild av energianvändningen inom sektorn.<sup>2</sup> Vid vår jämförelse ägnar vi särskild uppmärksamhet åt skillnader ifråga om hushållsteknologi och vanor för att förklara skillnader ifråga om energianvändning.\*\*

### 3. JÄMFÖRELSE MELLAN HUSHÅLLENS ENERGIANVÄNDNING

Figur 1 visar olika energislags andel av hushållens sammanlagda energianvändning i Danmark, Norge och Sverige. Figuren visar elektricitetens dominans i Norge, oljans i Danmark och hur hushållen i Sverige utnyttjar en blandning av olika energikällor, med både olja, fjärrvärme och ved som betydelsefulla inslag. Större delen av skillnaderna ifråga om olika energislags andelar beror på olika val av energislags för bostadsuppvärmning och varmvattenberedning, som tar merparten av energin i dessa klimat. Den mest framträdande detaljen vid en jämförelse är hur dominerande elektriciteten är i Norge. Observera att elandelen i Sverige, som 1972 låg nära elandelen i Danmark, år 1988 hade närmat sig den norska nivån. Under 70- och 80-talen har de viktigaste förändringarna ifråga om hushållens energikonsumtion i Sverige varit en ökad andel användning av el och fjärrvärme. I förhållande till andra OECD-länder har Sverige en relativt stor andel elektricitet i den sammanlagda energianvändningen. Norge, Frankrike och Kanada är de enda andra OECD-länder där elektriciteten har en lika viktig roll för hushållen. Även om naturgas inte har någon mera betydande roll för hushållen i Skandinavien, så fyller fjärrvärmens i Danmark och Sverige i många avseenden en marknad i de tätt befolkade storstadsområdena där den höga kostnaden för att lägga ner kulvertar kompenseras av ett högt antal kunder inom ett litet område.

Figur 2 visar den totala energianvändningen inom hushållen upp-

---

\*\* I texten ger vi referenser i samband med viktiga och speciella punkter. I Schipper/Hawk har definierats vissa nyckelord. I Appendix beskriver vi våra huvudreferenser för data, följt av en beskrivningar av källor och grundläggande antaganden för respektive skandinaviskt land. Vår ursprungliga uppsats rörande hushållens elanvändning inom OECD-länderna (referens nr 1) har uppdaterats och beskrivas i Schipper/Hawk (del 2 i denna skrift).

delad på olika energislag och ändamål. Det är inte överraskande att bostadsuppvärmning har en så dominerande andel i detta nordliga klimat. Även om andelarna av hushållens energiförbrukning som faller på elektriska maskiner och varmvattenberedning är avsevärt mindre, så är konsumtionen per capita stor i förhållande till de flesta andra OECD-länder (1). Energikonsumtionen inom hushållen i de skandinaviska länderna är jämförelsevis hög för alla områden, vilket avspeglar den höga levnadsstandarderna.

#### 4. ELINTENSITETEN I DANMARK, NORGE OCH SVERIGE

I tabell 1 visas jämförande uppgifter för respektive lands bostadssektor. I de flesta viktiga avseenden förefaller förhållandena likartade. Klimatdata, viktade med avseende på befolkning för att kompensera för glesbefolkningen i de norra delarna av Norge och Sverige, visar att antalet grad dagar för uppvärmning är ca 33 procent större i Sverige och Norge än i Danmark.

Skillnaderna mellan totalkonsumtionen av el i dessa länder kan illustreras med elektricitetens intensitet för olika ändamål. Figur 3 visar elkonsumtion per capita för resp land, uppdelad på olika ändamål.\* De stora skillnader som kan utläsas beror både på skillnader i hur långt elanvändningen penetrerat marknaden för respektive ändamål och på skillnader ifråga om elanvändningsintensiteten, som vi kommer att gå in på nedan.

Även om de största absoluta skillnaderna ligger i kategorierna hus- och vattenuppvärmning är det viktigt att också se den relativa variationen ifråga om andra användningsområden för elektricitet. Det föreligger avsevärda skillnader mellan länderna när det gäller elanvändning för matlagning, kylning, belysning och hushållsmaskiner, trots att man kunnat anta att dessa funktioner är relativt standardiserade i moderna skandinaviska hushåll med likartad levnadsstandard. Norge och Sverige har t ex nästan samma energiinsats för hushållsmaskiner per bostad, medan motsvarande energiinsats i Danmark tycks ligga ca 35 procent lägre per enhet.

För att man ska kunna förklara dessa skillnader måste man beakta skillnaderna ifråga om hushållens energianvändning i stort och i dennas historiska utveckling i respektive land. Vi kommer särskilt att beakta den historiska utvecklingen för bostadshusen, byggstandardiseringen och myndigheternas byggföreskrifter, energipriset och invånarnas vanor och attityder.

#### 5. HUSHÅLLENS ENERGIFÖRBRUKNING I ETT STÖRRE SAMMANHANG

Siffrorna i tabell 1 antyder hur bostäderna är fördelade på typ och ålder. Bostäder som byggts senare än 1975 motsvarar strängare krav som myndigheterna ställt upp för energihushållning. I

---

\*Denna siffra visar total konsumtion efter ändamål, delat med total befolkningssiffra. Vi går nedan igenom mer sofistikerade sätt att standardisera data och beräkna enhetsintensitet, i samband med vår genomgång av de skilda marknaderna för respektive ändamål.



Tabell 1: Allmänna data för Skandinavien, med anknytning till hushållens energianvändning

	Danmark	Norge	Sverige
Befolkning (tusental)	4990	3960	8130
1972	5120	4167	8370
1986			
BNP/invånare (USDollar) omräknat till 1980 års prisnivå)			
1972	11 376	10 165	13 000
1986	15 235	17 000	16 400
Graddagar (med 18°C som basnivå)	3 122	4069	4154
Bostäder (tusental)			
1972/3	1 880	1 380	3 295
1986:	2 307*	1 645	3 863**
före 1940	39%	24%	26%
1940-1975	45%	54%	61%
1975-1986	16%	21%	13%
Andel enfamiljshus	59%	79%	47%
Boende per bostad			
1972/3	2,65	2,90	2,47
1986	2,28	2,61	2,23
Bostadsyta(m <sup>2</sup> ) (snitt, alla typer)			
1972	99,9	89,0	81,2
1986	104,6	101	95,3
Andel av bostäderna som uppvärms huvudsakligen med el			
1972: totalt	1,6%	31,8%	6,6%
enfamiljshus	2,0%	27,6%	13,9%
flerfamiljshus	1,2%	47,2%	1,4%
1986: totalt	6,7%	57,0%**	27,0%
enfamiljshus	9,4%	53,3%	52,6%
flerfamiljshus	2,7%	70,9%	4,6%

\* 1987; \*\* 1985

Källor: Statistiska Centralbyrån, Bostads- och byggnadsstatistisk årsbok 1988, Stockholm 1988; Nordiska Rådet, Nordisk statistisk årsbok 1988; International Monetary Fund, International Financial Statistics Yearbook 1988. Andelen enfamiljshus (SFD), vilket innefattar friliggande hus, kedjehus och radhus, har hämtats ur respektive lands bostadsstatistik. Bostadsyta har hämtats ur BBR (Danmark), Energidata och opublicerade data från SSB (Norge), och L G Carlsson, 1984: Energianvändning i bostäder och lokaler (r132:1984, Stockholm, Byggeforskningsrådet, Sverige). Antalet boende per bostad, familjestorlek, erhöles genom att totala invånarantalet dividerades med antalet bebodda bostäder eller hushåll. Denna beräkningsgrund ger ett för stort värde, eftersom upp till 5% av befolkningen bor i militärförläggningar, vårdhem, institutioner, osv.

Sverige dominerar enfamiljshusen bland de bostäder som byggts efter 1975; ca 20% av alla enfamiljshus i Sverige 1988 fanns inte före 1975, medan endast 2% av flerfamiljshusen är så nya. Denna ensidiga utveckling inom den svenska bostadsmarknaden under tiden efter 1975 är betydligt mer markerad än i någondera av de andra båda länderna, och beror till stor del på att flerfamiljshusen dessförinnan haft en dominerande andel. Trots den snabba ökningen av andelen enfamiljshus under denna tidsperiod utgör flerfamiljshusen fortfarande mer än 50% av bostäderna, vilket är en betydligt högre andel än i de andra båda länderna.

I Danmark har antalet bostäder ökat förhållandevis något mer än i Sverige sedan 1975, så att nästan 20% av enfamiljshusen och 15% av flerfamiljshusen är av yngre årgång. Tendensen mot en större andel enfamiljshus är viktig också i Danmark, men inte i lika hög grad som i Sverige. Vi bedömer att Norge har ökat sitt bostadsantal förhållandevis mest sedan 1975. År 1986 var över 21% av totala antalet bostäder i Norge byggda sedan 1975, medan proportionerna mellan en- och flerfamiljshus varit relativt konstant.

Den genomsnittliga bostadsytan har ökat i alla länder sedan 1973 (se tabell 1). Ökningen i Sverige beror på att enfamiljshusen dominerat nybyggnadssektorn. Familjestorleken (antalet individer/hushåll) har minskat stadigt i alla tre länderna, men mest i Danmark. Sverige har färre individer per hushåll i genomsnitt än de båda andra länderna, medan den genomsnittliga bostadsytan är störst i Danmark.

Nya strängare energibestämmelser i respektive lands byggnormer har hjälpt till att förändra hushållens energiförbrukningsmönster i Skandinavien. I detta avseende tog Sverige ledningen och införde 1975 omfattande nya energikrav för bostäder som redan kunde påstås vara energisnålast i hela OECD-området.<sup>5</sup> Såsom framgår av figur 4 följde Danmark och Norge efter Sverige med liknande normer. Sedan 1977 har alla tre länderna ökat sina krav, men Sveriges värmehushållningskrav är fortfarande de hårdaste.

Ett viktigt element som har haft betydelse för utvecklingen ifråga om hushållens val av energikällor och energiförbrukningsmönster är de olika bränsleslagens relativa kostnader. Priserna ger viktiga signaler till konsumenterna och till tillverkarna av hushållsmaskiner, vilket påverkar konsumentbeteendet både direkt och indirekt. Tydligast syns prisets inverkan på de marknader där olika bränslen konkurrerar med varandra. Detta gäller bostadsuppvärmning, även om graden av faktisk konkurrens mellan elektricitet och uppvärmningsolja (som är det viktigaste alternativa bränslet) starkt påverkas av myndigheternas åtgärder för att stödja andra uppvärmningsalternativ (t ex fjärrvärme i större städer) och av den redan befintliga fasta utrustningen för uppvärmning.\*

---

\* Betydelsen av befintlig utrustning (redan installerad värmekälla) utreds närmare nedan i den särskilda diskussionen och marknaden för eluppvärmning av bostäder. Eftersom konsumenterna måste ha tillgång till två olika värmekällor för olika energislag

Figur 5 illustrerar utvecklingen för konsumentpriset på elektricitet (för uppvärmning) och olja, jämförda utifrån tillgänglig värmeeffekt med ett antagande om 66% verkningsgrad för olja. Diagrammet visar medelvärdena på priset för hushållsel (antagande fasta priser motsvarande medelnivån för konsumtionen). Priset är genomgående högre i Danmark än i de andra båda länderna. I figur 6 visas kvoterna mellan värmepriset för respektive bränsle (fortfarande med en antagen verkningsgrad för olja på 66% vid användning för uppvärmning), varav framgår att elektriciteten allmänt sett förbättrat sin ekonomiska konkurrenskraft gentemot olja i alla tre länderna under den studerade perioden.\*

En klar och bestående prisskillnad har förelegat mellan de tre länderna ifråga om det genomsnittliga priset på hushållsel. I Norge var elpriser i början på 1970-talet de lägsta i hela regionen (möjligen i hela världen). Sedan dess har priserna stadigt men långsamt gått uppåt i fast penningvärde. Som en följd av detta fortsatte elpriset att falla i förhållande till oljepriset under 1970-talet när oljepriset steg, så att kvoten mellan priserna på dessa båda energislag år 1981 var lägre än 60 procent. Prissänkningarna på petroleumprodukter under senare tid (trots ökad beskattning) har åter gjort dem attraktiva.

I Sverige föll elpriset i fast penningvärde stadigt mellan 1978 och 1986. I själva verket ökade skillnaden mellan oljepriset och elpriset stadigt fram till 1986, delvis beroende på att brännoljan beskattats hårdare.

I Danmark har priset på hushållsel legat väl över priset i Sverige under hela perioden. Elpriset i Danmark har legat minst 50% över priset på olja, räknat på energiekvivalent. Detta beror delvis på att elektriciteten i Danmark helt och hållet produceras i värmekraftverk (i motsats till situationen i Norge, som har vattenkraftsbaserad elproduktion, och i Sverige, där vattenkraft och kärnkraft står för merparten av elproduktionen). Dessutom förstärks skillnaden av att både olja och elektricitet beskattas hårt (i närheten av 50%), vilket ökar den absoluta skillnaden mellan priserna till konsument för dessa båda energislag. Visserligen kan man påstå att denna beskattning avspeglar skattefinansiella syften, men de visar också tydligt hur de danska myndigheterna försöker motverka användningen av importerade energislag.<sup>4</sup>

Förändringarna i de olika energislagens andel av hushållens totala energiförbrukning sedan 1973 visades i figur 1. Andelen

---

binds ofta ett betydande kapital vid val av bränslealternativ. Detta är särskilt betydelsefullt när det gäller att gå över till olja i en bostad som värms enbart med direktverkande el, eftersom man måste installera en dyr centralvärmepanna och ledningar.

\* Observera att även om jämförelsen avser relativa priskvoter så finns ett antal orsaker andra än priset (flexibilitet, låga ingångskostnader, bekvämlighet) som gör att valet kan falla på el istället för olja för uppvärmning i alla fall.

olja för husuppvärmning har minskat i alla tre länderna, och andelen elektricitet har ökat, vilket inte inger någon förvåning. I Sverige och Danmark har andelen fjärrvärme ökat dramatiskt. Fjärrvärmen har fått starkt och uttalat stöd från myndigheterna, inklusive ekonomiska bidrag och till och med föreskrifter. I Sverige var det fjärrvärme, fasta bränslen och elektricitet som direkt ersatte oljan inom uppvärmningssektorn; i Norge var det fastbränsle och elektricitet som spelade samma roll. Dessa övergångar tvingade ner oljeförbrukningen med mer än 50% i Sverige och Norge. I Danmark var däremot fjärrvärmen redan väl spridd 1973, medan elektriciteten varit dyr och ved en bristvara. På så sätt har elektriciteten haft en nyckelroll i Sverige och Norge för att minska oljeandelen inom husuppvärmningen, medan den haft föga betydelse i Danmark.

Även om elektricitetens andel inom hushållens energiförbrukning har ökat i alla tre länderna så har det skett på olika sätt och av olika skäl i respektive land. För att påvisa var ökningarna i elanvändningen skett i respektive land granskar vi var och en av de stora förbrukningssektorerna i tur och ordning: bostadsuppvärmning, varmvattenberedning, matlagning, hushållsmaskiner och belysning.

---

\* I Sverige kan t ex kraftleverantören vägra att bygga ut distributionsnätet så att det kan klara belastning från elvärme för husuppvärmning om ett bostadsområde i en stad fått klartecken för att få ta emot fjärrvärme när fjärrvärmenätet växer. I Danmark får bostäder inte värmas med direktverkande elvärme om inte huset motsvarar särskilt stränga isoleringskrav.



## 6. EN DETALJERAD JÄMFÖRELSE MELLAN DE VIKTIGASTE FÖRBRUKNINGSSEKTORERNA FÖR ELEKTRICITET\*

Skillnaderna i intensiteten i konsumenternas elanvändning mellan Sverige å ena sidan och Danmark och Norge å den andra framgår tydligt av figur 3. Skillnaderna mellan de tre länderna ligger huvudsakligen inom bostadsuppvärmning och varmvattenberedning: praktiskt taget hela skillnaden mellan Sverige och Norge ligger i konsumtion för uppvärmning av bostäder och varmvatten och belysning. På samma sätt ligger större delen av skillnaden mellan Sverige och Danmark inom samma sektorer. Detta skillnadsmönster har varit detsamma under hela den studerade perioden. Slutligen har större delen av ökningen av elanvändningen i Norge och Sverige också skett inom bostadsuppvärmning och varmvattenberedning. Även om det föreligger andra skillnader inom sektorerna matberedning och belysning/hushållsmaskiner, så står uppvärmning och varmvatten för merparten av skillnaderna mellan länderna likaväl som för förändringen under tidens gång i konsumtion/individ.

När man jämför dessa data med våra siffror för andra OECD-länder år 1986 (figur 7), så ser man att de tre skandinaviska länderna omsluter variationen mellan samtliga länder: Norge använder mest per person av alla viktiga länder, medan Danmark har en relativt låg elanvändningsintensitet, särskilt inom de sektorer där andra energislag är med och konkurrerar, och Sverige ligger mellan dessa båda. Jämförelsen över Skandinavien motsvarar därför en bild av var andra OECD-länder redan befinner sig eller kan förväntas hamna ifråga om elektricitetsanvändning. Jämförelsen illustrerar också dynamiken inom en marknad för uppvärmning som

---

\* Elanvändningsintensiteten kan uttryckas med antingen befolkningen eller hushållen som bas. Det är mest logiskt att basera siffrorna på befolkningens storlek när det gäller något som kan variera i förhållande till enskilda individers efterfrågan, såsom t ex varmvatten eller matlagning. Om det gäller något som avser ett helt hushåll, t ex bostadsuppvärmning eller t o m belysning, är det mest logiskt att mäta intensiteten i förhållande till bostaden eller till boytan. Tyvärr kan begränsningar i data försvåra denna indelning efter logik. Problemen dyker upp när man försöker ändra uppgifter om användning av konsumtionsel uttryckta per bostad till den mer närliggande beräkningen per individ. Det går att beräkna konsumtionen för bostaden utifrån förekomsten av olika elektrisk apparaterg (se huvuduppsatsen), men det finns inget lätt sätt att översätta detta till data per individ utan att veta den genomsnittliga hushållsstorleken för sådana hushåll som använder el för just detta ändamål (vilket inte behöver vara lika med den genomsnittliga hushållsstorleken för hela befolkningen). Om vi alltså inte vet hur stor spridningen är av en viss utrustning inom den totala mängden hushåll, så kan vi bara få indikationer om denna elanvändnings förekomst per hushåll, inte per individ. När vi jämfört den totala elkonsumtionen mellan länderna har vi utgått ifrån en normalisering i förhållande till befolkningens storlek.



starkt domineras av elektricitet, ett energislag vars lämplighet för bostadsuppvärmning har starkt ifrågasatts av mäktiga industriella intressen och miljögrupper. I resten av vår uppsats kommer vi att gå igenom var och en av de olika konsumtionssektorer som avspeglas i figurerna 3 och 7. Vi fokuserar på de slutsatser som kan dras av våra resultat beträffande Sverige och Norge.

## 6.1 Lokaluppvärmning

Direktverkande elvärme är det viktigaste särskiljande elementet när man jämför mönstret för hushållens elförbrukning i Skandinavien. År 1986 utgjorde elektriciteten den huvudsakliga uppvärmningsformen för ca 60% av de norska bostäderna, 32% av de svenska, men mindre än 10% i Danmark. Därutöver använde ca 30% av hus i Norge, 20% i Danmark och 25% i Sverige avsevärda mängder (>500 kWh/år) elektricitet som ett tillskott till någon annan huvudvärmekälla. Mönstren för användning av elektricitet som primär och som sekundär värmekälla är olika, varför vi diskuterar dessa två fall vart för sig.

### 6.1.1 Primär värmekälla elektricitet

Bostäder med elvärme i Skandinavien har lägre värmeförluster, i genomsnitt, än sådana bostäder någon annanstans i världen. I figur 8 jämförs årlig elförbrukning för primär värmekälla per (eluppvärmd) bostad för resp land sedan 1973\*. Det är svårt att jämföra elanvändning för uppvärmning i olika länder eller vid olika tidpunkter, eftersom sekundära värmekällor ändrar sin betydelse (se nedan). Siffrorna i figur 8 visar bara elektricitetens andel av bostadsuppvärmning i sådana hem som har el som primär värmekälla. Förändringar i konsumtion per enhet kan bero på ändrad hushållning (isolering, tätning), förändringar i inomhus-temperatur, byte från direktverkande el till vattenburen värme (vilket har skett i Sverige), eller ändrade förhållanden för

---

\* De viktiga alternativen i Skandinavien utgörs av: 1) en centralt styrd enhet som värmer hela huset (värmepannor med expansionskärl/tryckkärl eller väggfasta element eller, vilket blivit allt populärare i svenska flerfamiljshus, värmepumpar); 2) oberoende väggfasta värmeelement i varje rum i huset; 3) små fasta eller flyttbara element som ett komplement till andra värmekällor för att upprätthålla komfortzoner i vissa delar av bostaden. De förstnämnda två typerna kommer nedan att benämnas primär elvärme. Vi inser att denna indelning är delvis godtycklig med tanke på den extremt stora variation ifråga om inomhusklimat och uppvärmningssystem som elektriciteten som värmekälla kan anpassas till. Just denna flexibilitet och dess förhållande till sekundär uppvärmning med elektricitet diskuteras närmare nedan. Den grundläggande princip som vi har följt i vår analys (med hjälp av flera källor för varje land) är att skilja ut de bostäder som entydigt kan sägas använda el som huvudsaklig värmekälla för uppvärmning, och att bedöma deras elanvändning åtskilt från andra bostäders elanvändning.

sekundära värmekällor. Den bostadsyta som värms med elektricitet har ökat under perioden, t ex som ett resultat av ökat antal och nya, stora bostäder med elvärme. Icke desto mindre är skillnaderna mellan de tre länderna i utvecklingen ifråga om konsumtion per enhet slående: i Sverige och Norge har genomsnittskonsumtionen varierat obetydligt, medan den i Danmark sjunkit avsevärt.

I alla tre länderna ligger förklaringarna till förändringarna i elanvändningen i beteenden (ändringar ifråga om rums klimat), politiska beslut (byggnormer och energisparstöd) eller teknik (ny byggt teknik och uppvärmningsteknik). I samtliga fall har de relativa priserna för sekundära värmekällor spelat in. Dessa priser beror både på förekomsten av energiråvaran i landet ifråga och på energibeskattningen. Hela bredden av möjliga resultat av skillnader i elpriset illustreras sålunda av variationen ifråga om varje enskild faktors inverkan i respektive land.

Den dramatiska sänkningen av elanvändning per eluppvärmd bostad som skedde under 70-talets början i Danmark beror huvudsakligen på ändrade vanor. År 1973 var den genomsnittliga inomhustemperaturen i Danmark ca 22°C. Konsumtionen av energi för uppvärmning per bostad var större i Danmark än i någondera av de andra båda länderna. Mot slutet av årtiondet hade den genomsnittliga inomhustemperaturen minskat till 18°C<sup>5</sup>. Men andra viktiga förändringar i eluppvärmningen skedde gradvis som ett resultat av myndigheternas riktade styråtgärder.

Vi har redan dokumenterat hur i Danmark dominansen för kraftvärme och elbeskattningen gett upphov till mycket högre relativa priser på hushållsel. Men i slutet av 70-talet inriktades dansk energipolitik på att sänka energiförbrukningen för uppvärmning totalt, genom bidrag, hårda krav på energisnålhet i nya byggnader, och efter 1981 genom krav på testning och kontroll av gamla bostäder.<sup>6</sup> De nya byggnormerna betydde särskilt mycket för elanvändningsintensiteten inom bostadsuppvärmningen, eftersom hela 29% av elektriskt uppvärmda hus i Danmark (1987) byggts efter 1979, när normerna trädde i kraft.<sup>7</sup>

Samtidigt med de hårdare byggnormerna i Danmark kom åtgärder för att förbjuda eluppvärmning i sådana områden som hade tillgång till fjärrvärme eller naturgas. Efter 1983 har också värmehushållningskraven på eluppvärmda bostäder blivit särskilt stränga. Trots detta har andelen elvärmda hus inte minskat sedan slutet av 70-talet. Kraven har lett till stora förändringar i hur nybyggda hus konstruerats i Danmark, och som ett resultat är nya "energisnåla" eluppvärmda hus (som utgör en avsevärd del av husen i Danmark med eluppvärmning) fullt i klass med de extremt höga svenska kraven<sup>8</sup> när det gäller energihushållning.

I Sverige är det liksom i Danmark i huvudsak enfamiljshus som värms med el. Elintensiteten vid användning för bostadsuppvärmning har inte förändrats mycket i Sverige, även om den allmänna tendensen tycks vara en minskning. I slutet av 70-talet blev elektriciteten den dominerande värmekällan både vid nyinstallationer i enfamiljshus och vid modernisering av gamla bostäder. Stränga energihushållningskrav vid nybyggen, som sedan 1975

huvudsakligen bestått av enfamiljshus och försetts med elvärme, har kompenserat för en ökning i bostadsstorleken i de nya husen, utan att de höga inomhustemperaturerna (normalt minst 21°C) har behövt sänkas. Det stora antalet utbyten av värmesystemet i äldre otäta hus till elvärme har dock gjort att de stränga energikraven för nya hus inte har haft någon dramatisk inverkan på den genomsnittliga intensiteten för eluppvärmning i Sverige.

I Norge har tendensen inom husuppvärmningen varit den motsatta mot den i Danmark.<sup>9</sup> Intensiteten har stadigt ökat, trots införandet av värmehushållningskrav för nya byggnader och stora insatser av energibesparande ombyggnader. Detta fenomen beror sannolikt på höjd inomhuskomfort och större bostäder. Delvis därför att man i norska hem av tradition använde många bränslen för uppvärmning brukade man ofta nöja sig med att hålla en del av bostaden varm alltefter behov. Norrmännen hade i genomsnitt, jämfört med sina grannar i Skandinavien, lägre nivå på inomhuskomforten i början av 70-talet, och förändringen av intensiteten avspeglar ökningarna både av antalet uppvärmda rum och av den genomsnittliga inomhustemperaturen.<sup>10</sup> Även om Norge också har ökat kraven ifråga om värmehushållning för nya hus är deras byggnormer inte lika hårda som i de andra båda länderna, och de har också införts senare. De nyare husens bättre värmehushållning har ännu inte inverkat särskilt mycket på den genomsnittliga intensiteten. De bostäder som värms elektriskt i Norge har varken utsatts för den massiva ombyggnadsinsats som skett i Danmark eller byggts enligt de standardiserade gedigna husbyggnadsmetoder som tillämpas i Sverige. Elektriciteten har varit lätt tillgänglig och använts för någon form av husuppvärmning i hela landet under minst två generationer. Priserna har legat på sådana nivåer att andra kommersiellt tillgängliga bränslen och frivilliga energisparombyggnader inte varit särskilt attraktiva.

### 6.1.2 Sekundära bränslen för bostadsuppvärmning

När det gäller en jämförelse av total energiförbrukning är primär elvärme bara en del av bilden av skillnaderna mellan länderna. Minst 1/3 av de eluppvärmda husen i Sverige och Danmark, och 2/3 av dem i Norge, använder också någon annan värmekälla (oftast ved, men också olja och fotogen) i någon mån.<sup>11</sup> Marknaden för elvärme innefattar också sekundär uppvärmning som ett komplement till andra uppvärmningssystem (i Skandinavien antingen ved eller olja).

Den sammanlagda andelen andra uppvärmningskällor (se figur 1) skymmer det faktum att i alla tre länderna en avsevärd andel av hushållen (Norge 80%, Sverige 40%, Danmark 25%) har potentiell möjlighet att använda flera uppvärmningskällor. ofta ved och elektricitet, eller olja/fotogen och elektricitet, eller t o m alla tre. Medan alla tre skulle kunna användas när vädret är som kallast så skulle det vara fullt möjligt att välja huvudvärmekälla med utgångspunkt i billigaste pris och största bekvämlighet, vilket skulle medföra avsevärda variationer från år till år ifråga om elförbrukning, beroende på klimat och relativa priser. I Norge och Sverige byter man ofta primär värmekälla under samma vintersäsong. Danska hushåll har mindre flexibilitet, eftersom

el och olja är så dyra, medan ved och andra biobränslen (inklusive sopor) är mer svåråtkomliga än i Norge eller Sverige. Observera att denna flexibilitet inte finns i alla de bostäder som värms med direktverkande elvärme.

Data ifråga om sekundära värmekällor är svagare än ifråga om primär elektrisk uppvärmning, eftersom det är svårare att avgöra hur många hushåll som använder el som komplement eller mer sporadiskt, eller att bedöma hur mycket som används. Det kanske skulle vara mer realistiskt att tala om flerbränslebaserad uppvärmning snarare än om uppvärmning med en "primär" och en "sekundär" värmekälla. I Norge försågs t ex de flesta hus som byggdes före mitten på 70-talet med både elvärme och fotogenkamin eller vedeldning. År 1973 baserades bara 10% av bostäderna på enbart elvärme. År 1983 hade denna andel nästan fördubblats, men den totala andel av bostäderna som använder elvärme antingen enbart eller tillsammans med fotogen eller ved hade inte förändrats särskilt mycket (67% år 1973 jämfört med 75% år 1983). I alla tre länderna har fasta bränslen (särskilt på landet) ökat i betydelse för bostadsuppvärmning under det senaste decenniet, sedan de nästan försvunnit under tiden dessförinnan.

I Danmark har flerbränslesituationen två viktiga aspekter: fasta bränslen ökar på landet som komplement till den dyra elvärmens, och en snabb ökning på senare tid av användning av små direktverkande element som komplement till icke-elektriska värmekällor under kortvariga uppvärmningstoppar. Vi bedömer att denna senare sekundära eluppvärmningsaspekt motsvarar nästan en tredjedel av den totala elförbrukningen för bostadsuppvärmning i Danmark under 1987, även om detta inte avspeglas i intensitetsjämförelsen i figur 8.

Intensitetssiffrorna förklarar bara en del av olikheterna mellan länderna när det gäller elförbrukning för bostadsuppvärmning. Den andra aspekten i jämförelsen är hur stor andel av bostäderna som är eluppvärmda i respektive land. Här uppvisar Norge den mest dramatiska bilden, där andelen enfamiljshus är störst och fjärrvärme inte är någon viktig värmekälla ens i städerna.\* I själva verket är det i Norge inte bara så att elvärmens är den dominerande värmekällan för enfamiljshusen, utan även den värmekälla som föredras av ungefär hälften av flerfamiljshusen (där varje enhet är försedd med värmepanna med elpatron).

Förklaringen till denna markanta skillnad mot de båda andra länderna är dels att söka i bostadsbeståndets utseende och traditionerna ifråga om val av uppvärmningsform, dels i de olika värmeslagens relativa prisbild. I början av 70-talet, när en stor del av Norges bostadsbestånd rustades upp och moderniserades, hade oljepriserna just börjat stiga. Det enklaste sättet att komplettera de redan befintliga värmesystemen var elvärme.

---

\* I de områden i Sverige och Danmark som har tillgång till fjärrvärme är elvärme inte längre ett tänkbart alternativ, antingen beroende på bestämmelser eller på ekonomiska faktorer. (Wilson et al, op cit).



Elpriserna var låga och elvärmen bekväm, vilket gjorde den till det naturliga valet i Norge.

### 6.1.3 Slutsatser: Bostadsuppvärmning

Vår granskning av bostadsuppvärmning med elvärme i de tre länderna leder till slutsatsen att Danmark uppvisar den tydligaste minskningen av intensitetsvärdet under de senaste 15 åren, sett över hela bostadsbeståndet. Detta är ett resultat av:

1. Höga elpriser som motverkat övergång till elvärme och extrem hushållning med värmen i bostäder som haft elvärme sedan tidigare.
2. Stora minskningar av inomhusklimatnivåerna under slutet av 1970-talet.
3. En stor andel av de eluppvärmda husen utgörs av nya energisnåla hus.
4. En viss ersättning av primär elvärme med värme från sekundära fasta bränslen.

Förhållandena i Sverige är mittemellan: elpriserna var låga nog för att ge upphov till ett stort antal konverteringar till elvärme i slutet av 1970-talet och början av 1980-talet. Dessa konverteringar ledde snarast till en ökning av genomsnittsförbrukningen av elektricitet. Men byggnormerna skärptes kraftigt för att minska energiåtgången i nya eluppvärmda hus. Som en följd av detta har total genomsnittlig elvärmeförbrukning i Sverige för enfamiljshus legat ungefär stilla. Norges mycket stora spridning av elvärmen och höga elvärmeförbrukning är en följd av:

1. Lägre elpriser på grund av god tillgång på vattenkraft och på politisk styrning.
2. Stadigt ökande inomhustemperaturer och bostadsstorlekar.
3. Lägre energihushållningskrav för nybyggnation.

Fallet Danmark, där alla bränslen var dyra och det inte fanns något verkligt alternativ till dyr olja (bortsett från fjärrvärme och naturgas), visar på betydelsen av priser och normer för att tvinga fram bättre hushållning med elenergi för bostadsuppvärmning. Det danska exemplet visar emellertid också att det kan finnas en marknadsnisch för bostadsuppvärmning med elvärme också när elpriserna är mycket höga, antingen som en primär värmekälla i mycket energisnåla hus eller som en sekundär värmekälla för lokaliserad temperaturhöjning och bekvämlighet i svala bostäder. I motsats till detta erbjöd elektriciteten i Sverige och Norge ett alternativ till höga oljepriser och ett praktiskt komplement till ved, vilket gjorde den särskilt attraktiv för enfamiljshus. Men det svenska exemplet visar att normer kan tvinga fram god isolering även om elpriserna är låga.



Samtal med experter i Norge har dock gett vid handen att det låga elpriset där användes som ett argument emot en skärpning av värmehushållningsnormerna år 1985.

Det är inte otänkbart att elektricitetens dominerande roll för bostadsuppvärmning, särskilt för enfamiljshus, skulle kunna upphöra om elpriserna steg avsevärt medan oljan förblev billig eller naturgas blev tillgänglig. Flexibiliteten i marknaden för sekundära värmekällor och förekomsten av många gamla, mindre energisnåla hus med flerbränsleanläggningar antyder att det vore möjligt att få konsumenterna att snabbt reagera på ändringar ifråga om konkurrensförhållandena mellan bränslealternativen för bostadsuppvärmning. **Den ökning som skett nyligen ifråga om elvärme i Sverige (och i viss mån i Norge) är alltså delvis reversibel.**

## 6.2 Varmvattenberedning

Elektricitetens betydelse för varmvattenberedning i Skandinavien är mycket varierande, men i allmänhet gäller samma mönster som för bostadsuppvärmningen. De flesta undersökningar rörande elanvändningen i Skandinavien har dock inte gjort åtskillnad på bostadsuppvärmning och varmvattenberedning, varför genomslaget av el inom varmvattenberedningen och energiförbrukningen i samband med detta ofta har förbigåtts. Vi har dock från olika källor inhämtat att medan 95% av bostäderna i Norge värmer vatten med el (högsta siffran inom OECD), så är det bara 11% i Danmark som gör det (en av del lägsta inom OECD), och 35% i Sverige (se figur 9). Praktiskt taget samtliga system i Danmark är fristående varmvattenberedare, medan ca 5% i Norge utgörs av elpatroner i centrala värmepannor och resten är fristående. I Sverige förekommer en blandning: ca 10% är centralvärmepannor (varav de flesta även kan värmas med andra bränslen än el), 2% är kombinationer med värmepumpar, och resten utgörs av fristående beredare. Eftersom varmvatten med centralvärme har gamla traditioner i samtliga tre länder finns det praktiskt taget ingen plats alls för varmvattenberedare av genomströmningstyp.

Flera faktorer försvårar en analys av intensiteten i elanvändningen för varmvattenberedning. I våra totaljämförelser av konsumtionen (se figurerna 3 och 7) definierar vi varmvatten som både vatten som värmts i beredare och i vattenbaserade maskiner (tvätt- och diskmaskiner). De totala genomsnittseffekterna som visas innefattar både ändringar i intensiteten och i spridningen av beredare och maskiner. Vi hänför den snabba ökningen av elanvändningen per person för varmvatten i Sverige och Danmark till ökad spridning, vilket mer än väl kompenserar för en svag minskning av elanvändning per hushåll för de hushåll som använder el för varmvattenberedning, en tendens som vi utläst ur källor för resp land.

Den genomsnittliga förbrukningen av el för varmvattenberedning är mycket svårbestämd. De bästa uppskattningarna hamnar på ca

3500 kWh/hushåll i Norge och Sverige i mitten på 80-talet, vilket innebär en minskning med ca 12% från 1970\*. Siffrorna för Danmark är avsevärt lägre än för Sverige och Norge, ca 3000 kWh/hushåll, och har följt en motsvarande minskande trend sedan början av 70-talet. Dessa uppskattningar innefattar inte varmvatten som bereds i disk- och tvättmaskiner, i motsats till våra genomsnittssiffror per person, eftersom det är omöjligt att bedöma huruvida hushåll med elektrisk varmvattenberedning också har dessa maskiner.

Det är emellertid problematiskt att tolka dessa uppskattningar. I alla tre länderna har hushållens storlek minskat signifikant. Varje undersökning av varmvattenförbrukning i bostäder har visat att hushållen skiljer sig avsevärt från varandra, men att hushållens storlek har avgörande betydelse.\*\* I Norge, där man av den stora spridningen av elektrisk varmvattenberedning kan sluta sig till att den genomsnittliga antalet personer per hushåll med elektrisk varmvattenberedning har minskat i samma grad som det genomsnittliga hushållsstorleken, har förbrukningen av el för varmvattenberedning per person hållit sig i stort sett konstant under de senaste 15 åren. Trots dessa osäkerheter i underlaget gör vi bedömningen att siffrorna för Danmark ligger väsentligt under dem för Sverige och Norge.

Det finns inte särskilt mycket uppgifter om isolering eller andra mått på energihushållningen i Skandinavien vare sig jämförande eller ifråga om förändringar över tid. En jämförelse mellan varmvattenberedare på marknaden i Sverige<sup>12</sup> visar klara skillnader mellan isoleringsnivå för olika märken. Vi misstänker att isoleringsgraden varierar avsevärt inom och mellan länderna, och att möjligheten att spara elenergi genom riktade åtgärder för bättre isolering av beredarna och bättre temperaturstyrning är värd större uppmärksamhet än den fått hittills.

Värmepumpar för varmvattenproduktion, särskilt sådana som utnyttjar ventilationsluften, är populära i Sverige<sup>13</sup> och förekommer även i Danmark och Norge. Vi har dock inte sett något större antal studier som visar deras faktiska effektivitet eller som jämför elförbrukningen i hushåll med sådana värmepumpar med hushåll med vanliga beredare. Vi kan därför inte ge några klara besked om vare sig genomsnittlig förbrukning eller relativ energisnålhet för denna utrustning.

---

\* Dessa siffror avser årlig elförbrukning. Vissa hushåll använder bara el om sommaren, när den primära värmepannan är avstängd.

\*\* Om vi haft tillgång till data rörande antalet personer per hushåll med elektrisk varmvattenberedning, skulle vi kunnat beräkna om den sjunkande genomsnittsintensiteten bara är en effekt av hushållens storlek. Det har dock inte funnits sådana data, och förvånansvärt få studier har gjorts om just denna elanvändningsaspekt i Skandinavien, särskilt om man betänker att varmvattenberedningen är den näst största förbrukningskällan för el efter bostadsuppvärmningen, om man har elektrisk varmvattenberedning.

### 6.3 Matlagning

Spridningen av elspisar för matlagning är extrem vid i Skandinavien. Praktiskt taget samtliga hushåll i Norge, 95% i Sverige, och nära 85% i Danmark använder elspis med inbyggd ugn (figur 9). Det avgörande skälet för den stora spridningen är att naturgas saknas. Stadsgas var populär i Danmark och i större städer i Sverige<sup>14</sup> och till och med i ett fåtal städer i Norge, men har fått ge vika för elektriciteten. På senare tid har naturgas blivit ett intressant alternativ för invånare i vissa städer i Danmark och södra Sverige.

Den genomsnittliga förbrukningen av el för matlagning har minskat, av många skäl. Hushållen har blivit mindre och hushållsmedlemmarna äter färre måltider hemma därför att fler kvinnor förvärvsarbetar och hushållen har bättre ekonomi. Fler förvärvsarbetande kvinnor innebär också mindre tid för matlagning i hemmet, vilket gör att måltiderna blir enklare. Den tekniska utvecklingen har understött dessa förändringar genom att tillhandahålla många elbaserade specialmaskiner (riskokare, kaffebryggare, äggkokare, etc) som minskar elbehovet för vissa specialtillagningar. Slutligen har mikrovågsugnar blivit populära därför att de underlättar, och de blir allt mer betydelsefulla i Skandinavien. I Sverige finns nu mikrovågsugnar i minst 15% av hushållen.

### 6.4 Belysning

Belysning inomhus är en viktig sak i Skandinavien, eftersom nätterna är så långa under vintern. När det gäller elförbrukning för belysning föreligger en dramatisk skillnad mellan Sverige och Danmark (figur 10) å ena sidan (600 - 800 kWh/hushåll), och Norge å den andra (mer än 1500 kWh/hushåll). Olika mörkertider under vintern skulle kunna förklara en del av skillnaden mellan Norge och Danmark, men de kan inte förklara skillnaden mellan Sverige och Norge. Belysningen i gemensamhetsutrymmen i hyreshus i Sverige, som inte tagits fram som hushållskonsumtion i vår studie, kan säkert förklara en del av skillnaden mellan Norge och Sverige. Andra möjliga förklaringar för den höga konsumtionen i Norge är 1) att elektriciteten är så billig att alla struntar i att lampor är tända; 2) norrmän har av tradition mycket lampor tända inomhus; 3) det är vanligt i Norge att man använder starkare och mer energikrävande, långlivslängdslampor; och 4) det anses allmänt att eftersom den värme som lamporna avger i alla fall bidrar till att hålla bostaden varm, så gör man ingen ekonomisk förlust genom att ha många lampor tända.<sup>15</sup> Totalt sett måste vi dock dra slutsatsen att det finns avsevärda skillnader ifråga om elförbrukning för belysning mellan de skandinaviska länderna. Vi misstänker också att det höga elpriset gör det attraktivare att utnyttja lysrör i Danmark än det är i Sverige eller Norge.

### 6.5 Hushållsmaskiner

Elektriska hushållsmaskiner - utrustning som enbart drivs elekt-

riskt - förbrukar mellan 2500 kWh och 4000 kWh/hushåll i Skandinavien. Figur 11 visar utvecklingen ifråga om elförbrukning för hushållsmaskiner i Norge, Danmark och Sverige sedan 1972. Bland de viktigaste maskinerna finns utrustning för kylning (kylskåp, frysskåp, kyl/frys) och "våtgodshantering", alltså tvättmaskiner, torkskåp och -tumlare, samt diskmaskiner.

#### 6.5.1 Kyl- och frysskåp

Kylförvaring är den största posten när det gäller elanvändning för hushållsmaskiner. Figur 12 visar den relativa spridningen av de tre olika typerna av utrustning som finns i Skandinavien för 1972/73 och 1986. Antalet kylskåp ökar bara långsamt, medan innehavet av kombinationsskåp kyl/frys och frysskåp har ökat signifikant sedan 1972, liksom allmänt sett deras storlek. Både i fråga om spridning och storlek/klass släpar dansk utrustning för kylförvaring efter utvecklingen i Norge och Sverige. Utvecklingen av kylutrustning i bostäder har gått mot en situation där man ofta finner både ett kylskåp och en frys (eller en kombination, kyl/frys) i samma hushåll. I några hushåll finns mer än ett kylskåp.

Såsom framgår av figur 3 är elförbrukningen för kylförvaring (alltså kylskåp, frysar och kyl/frysskåp) en viktig del av den totala förbrukningen i ett hushåll, och är störst i Norge och Sverige. Detta beror på att där finns fler och större kylenheter än i Danmark. I Sverige och Danmark har elförbrukningen per hushåll för kylförvaring minskat sedan 1973, trots ökad spridning av kylutrustning och att enheterna blivit större och fått fler finesser. I figur 13 visas genomsnittsförbrukningen för varje typ av kylutrustning. Den nedåtgående tendensen i Sverige och Danmark är tydlig. Siffrorna för Norge är visserligen något osäkra, men antyder att tendensen mot större kylenheter betytt mer än bättre energihushållning hos de nya enheterna.

De nya enheternas lägre genomsnittliga förbrukning döljer en kvarstående stor variation i energihushållning mellan olika modeller av samma storlek. Figur 14 visar t ex hur genomsnittsförbrukningen av el för kylförvaring mellan åren 1973 och 1987. Men figuren visar också spridningen av förbrukningen mellan nya modeller i ungefär genomsnittlig storlek år 1987. Om utbudet är

---

\* För hushållsmaskinerna utesluts den beräknade elmängd som åtgår för att värma vatten i själva maskinen för tvätt eller disk. I vår totaljämförelse per person (figurerna 3 och 7) förs denna elförbrukning mera korrekt till varmvattenberedning. I Sverige hänförs en avsevärd mängd el till kategorin hushållsmaskiner - upp till 500 kWh per hushåll - för "fastighetsförvaltningen", alltså gemensamma funktioner i hyreshusen (belysning, tvätt, hissar, fläktar), samt viss uppvärmning av boytor och vatten. Dessa poster är avsevärt mindre i Norge och Danmark, därför att de mindre ofta tillhandahålls och att hyreshusen är mindre, samt därför att de hänförs till en annan förbrukningskategori, "eiendomsdrift".



stort och mer energisnåla modeller vanligen dyrare väljer inte konsumenten alltid de mest energisnåla modellerna. Man kan därför inte utgå ifrån att elförbrukningen för kylförvaring kommer att minska ytterligare, även om det finns en stor teknisk potential för ytterligare sänkning av energibehovet.<sup>16</sup>

### 6.5.2 Tvätt och disk

Elförbrukning för de övriga viktiga hushållsmaskinerna varierar mellan de tre länderna. I figur 15 visas förändringar beträffande de viktigaste "våtgoods"-maskinerna. I alla tre länderna har en dramatisk ökning skett i spridningen av dessa typer av maskiner sedan 1973. I Danmark är spridningen något lägre än i Sverige och Norge, men den skillnaden är inte tillräckligt stor för att förklara de skillnader i elförbrukning som tycks föreligga. De danska maskinerna av detta slag tycks förutom att de är mindre spridda även vara mindre i storlek. Enligt Möller<sup>17</sup> har danska familjer också ändrat sina vanor en smula som ett resultat av att elpriset stigit, vilket antagligen påverkat elförbrukningen för tvätt och disk mer än för andra hushållsmaskiner.

De flesta tvätt- och diskmaskiner i Norge och Danmark värmer själva sitt vatten. I Sverige är i motsats därtill 90% av diskmaskinerna anslutna till varmvattenledningen. Förbättrad reglering och minskad vattenförbrukning har minskat den genomsnittliga förbrukningen per enhet, men den totala effekten av dessa maskiner på hushållens elförbrukning har dominerats av den ökade spridningen. Det allt större antalet maskiner har gett en sammanlagd ökning av förbrukningen för denna sektor. I Norge och Sverige har 80% av hushållen tvättmaskin, vilket gör att man inte kan förvänta sig någon ytterligare spridning, men för diskmaskiner, och i viss mån för torktumlare/-skåp kan en ytterligare betydande ökning av spridningen förväntas.

### 6.5.3 Annan utrustning

Vad kan då sägas om elförbrukningen för andra hushållsmaskiner? Visserligen har i stort sett vartenda hushåll i Skandinavien radio, TV och andra elektronikprodukter, men den totala elförbrukningen för sådana saker ligger under 200 kWh/år. Elektronisk utrustning har alltså inte någon större betydelse för hushållens elförbrukning i Skandinavien.

Annan uppvärmningsutrustning av olika slag kan spela roll i enstaka fall eller i samband med toppbelastningar på nätet, men har ingen större betydelse när det gäller ökning av elförbrukningen. Vanliga sådana exempel i Sverige och Norge är bastun, elektriskt uppvärmda bilsäten och motorvärmare. Vattenfall uppskattar att dessa sektorer tillsammans berör upp till 20% av hushållen i Sverige och motsvarar 500 kWh/år i de hushåll där de finns,<sup>18</sup> men fördelat på hela marknaden har de ännu så länge liten betydelse, kanske 300 kWh/hushåll i Sverige, något mindre i Norge, och avsevärt mindre i Danmark. I Norge och Danmark håller vattensångar på att bli populära och finns nu i ca 10% av hushållen. De värms nästan alltid med elektricitet och ger ett



tillskott till bostadsuppvärmningen, trots att de inte räknas in i den kategorin.

Elförbrukningen för hushållsmaskiner innefattar också förbrukningen för ventilation och cirkulationspumpar. Båda dessa har betydelse i Sverige (upp till 300 kWh/år för ventilation och 500 kWh/år för cirkulationspumpen), den senare har betydelse i Danmark, men ingendera har betydelse i Norge.

## 7. EN JÄMFÖRELSE MED ÖVRIGA OECD

Figur 7 redovisar elförbrukningen per person i 10 OECD-länder 1985/86. De viktiga faktorerna som förklarar skillnaderna mellan OECD-länderna är ungefär desamma som vi har funnit i Skandinavien: skillnader i hur stor andel av bostadsuppvärmningen och varmvattenberedningen som ombesörjs med elektricitet, och av matlagningen, samt skillnader i spridningen av frysar, diskmaskiner och torkskåp/-tumlare. Skillnaderna i elpriserna är en faktor: i de flesta av OECD-länderna betalar hushållen mer per kilowattimme än i Sverige och Norge, men mindre än i Danmark. Japan är ett intressant undantag, med mycket höga elpriser; delar av USA och Kanada hade mycket låga priser ända tills helt nyligen. Skillnaderna ifråga om inkomster har minskat sedan början av 70-talet, men avspeglar sig i bostädernas och hushållsmaskinernas storlek.<sup>19</sup>

Den genomsnittliga förbrukningen för många ändamål - särskilt för bostadsuppvärmning och varmvattenberedning - skiljer sig alltefter vanor och verkningsgrader. Den är normalt lägre där elpriserna är höga. Vissa skillnader finns i maskinernas verkningsgrad, men dessa skillnader är mindre nu när maskinerna tillverkas för en internationell marknad.<sup>20</sup> Den viktigaste faktorn som påverkar den genomsnittliga förbrukningen per maskin är skillnader i storlek eller finesser.

Nedan följer en genomgång av en del av skillnaderna mellan konsumtionsmönstren i Skandinavien och i andra OECD-länder.

**Bostadsuppvärmning:** I Frankrike har uppvärmning med enbart el i form av direktverkande elvärme fått mycket stor spridning. I Tyskland och Storbritannien är det dominerande systemet för bostadsuppvärmning för dem som använder el (mindre än 10% av hushållen) ackumulatortankar för natt-el. I båda dessa länder tappar detta system marknadsandelar till naturgas. I USA är elektrisk uppvärmning viktig genom att värmepumpen är spridd, nästan alltid kombinerad med luftkonditionering. I Japan finns många sekundära värmepumpar (nästan 40% av hushållen), och nästan alla hushåll har kotatsu, små fotvärmare placerade under borden, men nästan ingen direktverkande elvärme. I alla dessa länder har elvärmen ökat antingen genom att den installerats i en del av nyproducerade bostäder, eller genom att den valts vid renovering, eller som en sekundär värmekälla. Det är bara i Kanada som en avsevärd ombyggnad skett från olja till el, under inverkan av ett bidragssystem. Ombyggnadsvågen i Norge och Sverige för byte från andra bränslen till el är alltså unik i Europa.

Energisnålheten varierar avsevärt. Även om det finns många välisolerade hem i Kanada och Frankrike (och till och med i USA), så ligger den genomsnittliga isoleringsgraden i Skandinavien mycket högre än i andra länder. Sverige har den bästa värmehushållningen av alla.<sup>21</sup>

**Varmvattenberedning:** Elektrisk varmvattenberedning är annorlunda uppbyggd i Europa än i Skandinavien. Eftersom centralvärme kom senare till de flesta länderna i Europa än till Skandinavien eller ens till USA, så är varmvattnet ofta fristående från värmesystemet. Följaktligen sker varmvattenberedningen med elektricitet i upp till 30% av de hushåll som inte använder el för bostadsuppvärmningen. Beredare direkt vid kranen är vanliga i Tyskland och Frankrike. Beredarna är mindre i Frankrike, Italien och Storbritannien än i Skandinavien, medan de är större i USA. I Japan sker varmvattenberedningen i de 7% av hushållen som har stora beredare alltid på natten, då elpriset är lägre. I Frankrike utnyttjar en liten andel av hushållen med elektriska beredare den lägre natttaxan.

Vår jämförelse visar att genomsnittsförbrukningen är större i USA och Japan än i Europa utom Sverige och Norge. Förklaringen ligger både i beredarnas storlek och typen av varmvattenförbrukning. Låga elpriser (i fallet med Japan, låga nattaxor för varmvattenberedare) är vanligt i dessa länder.

**Matlagning:** Vi nämnde tidigare att matlagning på elspis är vanligare i Skandinavien än i någon annan OECD-region. Huvudorsaken är avsaknad av ett naturgasnät. Men även i OECD-länder med ett gasnät ökar elektriska ugnar och spisar i popularitet, liksom mikrovågsugnar och små elmaskiner som ersätter användning av gas. Mikrovågsugnar har till och med ökat i popularitet i Frankrike och Italien, länder där mer omständlig matlagning på gasspisar varit det normala. Genomgående är förklaringen att hushållens storlek minskar och fler kvinnor förvärvsarbetar, vilket gör att lättlagad och snabblagad mat blivit attraktiv.

I alla länder minskar den genomsnittliga förbrukningen för matlagning, av samma skäl som i Skandinavien. Dessutom har högre elpriser stimulerat till förbättrad isolering i ugnar och bättre temperaturreglering i spisplattorna. Relationen mellan priserna på gas och el har en viss betydelse för valet av energikälla, men marknadsföringen (från el- resp gasdistributörerna) och matlagningstraditionerna är också viktiga faktorer. Inte desto mindre kommer sannolikt intresset för matlagning med gasspis att öka när naturgas börjar distribueras till hushållen i Danmark och Sverige.

**Belysning:** Elförbrukning för belysning varierar avsevärt inom OECD. I USA (och Kanada) ligger den genomsnittliga årliga förbrukningen på över 1000 kWh/hushåll. Denna höga nivå beror delvis på att bostäderna är så stora. I Tyskland är å andra sidan elförbrukningen för belysning mycket lägre, under 350 kWh/hushåll. En orsak till att förbrukningen i Tyskland och andra länder är lägre än i Norge, Sverige och USA kan vara att lysrör

är vanligare. Elpriset och gamla traditioner bidrar till skillnaderna.

Belysningstekniken förändras. Nya kompakta lampor med lysrörsteknik för glödljusarmatur minskar elförbrukningen per enhet med två tredjedelar och har en livslängd som är 10 gånger längre än glödlampor. Dessa gasurladdningslampor tränger dock in endast långsamt i bostäder, beroende på att de är dyra i inköp (t ex över NOK 200, SEK 150). Philips i Norge betonar att dessa nya lampor har "god ekonomi", men försäljningen ökar endast långsamt, särskilt i länder där elpriset är lågt. Både Oslo Lysvaerker och Stockholms Energi har genomfört kampanjer för dessa nya lampor,<sup>22</sup> vilket kan göra att de slår igenom snabbare.

Sakkunniga bedömare säger att om nya armaturer tas fram för dessa nya lampor och om konsumenterna kommer underfund med deras goda totalekonomi, så kommer de att ta en allt större marknadsandel från glödlampan.

**Hushållsmaskiner:** Figur 16a visar elförbrukningen/person för hushållsmaskiner och belysning i olika länder. Skillnaderna beror på samma tre faktorer som varierar mellan de skandinaviska länderna (spridning, storlek/utnyttjande, verkningsgrad). Figurerna 16b-e visar skillnaderna i spridning för tre viktiga maskintyper och för kylskåp och kyl/frys sammanslaget. Stora skillnader finns när det gäller frysar, diskmaskiner och torkskåp (ej visat), vilka alla är vanligare i Skandinavien än i Europa. Kylutrustningen är mycket större i Nordamerika än i Skandinavien, men något mindre i Japan och resten av Västeuropa. Japanska och nordamerikanska kylskåp har fler finesser (automatisk avfrostning, istillverkning, etc) än europeiska. I vissa länder har vissa typer av utrustning inte varit särskilt populära: torkutrustning i Japan och Frankrike, frysar i Japan, endörrs kylskåp i USA. Torkutrustning har på senare tid ökat i popularitet i Frankrike; liknande vågor har sköljt över andra länder ifråga om diskmaskiner eller torkutrustning. Vi bedömer att inom ett decennium, eller allra högst två, så kommer spridningen av alla de viktigaste maskintyperna att vara mycket likartad inom OECD, nära de nivåer som gäller i Sverige (eller Nordamerika) idag. En av de viktiga orsakerna till skillnader ifråga om elförbrukning för hushållsmaskiner kommer alltså att minska i betydelse efterhand. Men skillnader ifråga om maskinernas storlek och finesser kan kvarstå, och därmed skillnader i den genomsnittliga förbrukningen.

Det har tidigare varit möjligt att finna länder där en viss typ av maskin haft bättre eller sämre verkningsgrad. Sådana skillnader försvinner i och med att tillverkarna gör samma modeller för hela regioner. Fortfarande kommer dock japanska kylskåp att ha mer avancerade kompressorer, och europeiska disk- och tvättmaskiner att använda avsevärt mindre vatten (och därmed energi) än nordamerikanska. Ett intensivt utvecklingsarbete pågår för att ta fram en ersättare för freoner i kylsammanslag, vilket kommer att påverka utformningen och energisnålheten hos kylutrustning.

## 8. ELFÖRBRUKNING OCH LIVSTIL

Hittills har vi koncentrerat oss på spridningen av olika typer av elförbrukning och utrustning (samt uppvärmning och varmvatten), och på verkningsgraden för den teknik som konsumenten har att tillgå. Alla dessa faktorer ändrar sig med tiden och därmed också hushållens elanvändning. Förändringarna påverkas av elpriset, men också av andra saker. I en annan rapport påvisade vi att livstil har stor betydelse för hushållens elförbrukning.<sup>23</sup> Med uttrycket livstil (lifestyle) avser vi den uppsättning beteenden som tillämpas av medlemmarna i ett hushåll under dagligt leverne.

Ett skäl till att aktiviteter förändras är att familjestrukturen ändras. Schipper et al (se föregående fotnot) konstaterade att variationerna i elförbrukningen per person mellan familjer av olika storlek och sammansättning är stora. Figur 17 visar elförbrukning per hushåll 1984/5 för undergrupper inom den amerikanska befolkningen i vilka el inte användes för bostadsuppvärmning, och i huvudsak inte heller för varmvattenberedning. Figur 18 visar samma förbrukning fördelad på person. Skillnaden i per capita-förbrukningen är avsevärd mellan familjer av olika typ. Observera t ex att unga ogifta använder mindre elektricitet än äldre ensamma pensionärer. De ensamma pensionärerna är hemma större delen av tiden; bara 10% av dem som ingick i urvalet arbetade. I motsats till detta arbetar de flesta ogifta unga, varför de är hemma mindre och använder mindre el. Förändringar i fördelningen mellan typer av hushåll påverkar alltså elförbrukningen per hushåll.

En viktig förändring i livstil som har påverkat energiförbrukningen genom att den påverkat utnyttjandet av hemmet är ökningen av kvinnornas förvärvsarbete. När båda föräldrarna arbetar och barnen är på daghem står husen tomma långa tider under dagen. Funktioner som hänger samman med elförbrukning (belysning, matlagning, varmvattenberedning) sker i servicesektorn, eller utgår helt. I Sverige, där andelen förvärvsarbeteande kvinnor är bland de största i världen och barnomsorgen väl utbyggd, har sådana förändringar inverkat sänkande på hushållens elförbrukning. Minskningen av hemmavarandet - av Carlsson mätt som den totala tiden som tillbringas i hemmet<sup>24</sup> - kan snart komma att ändras. Vid en ändring av den tidigare tendensen, om hemmet i högre grad kom att användas för arbete, skulle elförbrukningen i husen kunna öka, trots att den tekniska utvecklingen gör hushållens elutrustning mer energisnål. Den gradvisa förskjutningen mot högre åldrar i dessa länder kommer också att påverka hur hushållen förbrukar energi (via ändringar i boendet, inomhusklimatet, maskiners storlek, osv).

Dessa förändringar i livstil kan påverka elanvändningen, mer eller mindre oberoende av priser och inkomster, så mycket att de överflyglar effekten av mer energisnål utrustning. Poängen är att det är svårt att avgöra hur stora förändringar som skulle ske, ja till och med åt vilket håll förändringar skulle ske, som ett resultat av ändringar i livstil. Vad som är klart är att



livstil, reaktion på ny teknik och andra sociala och kulturella tendenser kan försvåra sådana enkla tekniska eller ekonomiska förutsägelser om energihushållning som baseras på förändringar i priser eller teknik.

#### 9. HUSHÅLLENS UTRUSTNING I FRAMTIDEN: MER ELLER MINDRE EL?

Med hänsyn taget till det höga elpriset i Danmark, betydelsen av fjärrvärme som blockerar ytterligare tillväxt av elvärme i Sverige, och den nästan totala spridningen av elektricitet för uppvärmning av bostäder och vatten i Norge, kan man anta att ökningen av elenergiförbrukningen på de största marknaderna: bostadsuppvärmning och varmvattenberedning, inte kommer att öka signifikant. Det blir då bara bastu, motorvärmare, vattensängar, osv som kan ge en signifikant ökning av efterfrågan. Vi tror inte att en sådan ökning kommer att ske.

Vissa hushållsmaskiner kommer att få större spridning. Kyl/frys-skåp kommer att ersätta vanliga kylskåp, fler hushåll kommer att skaffa sig frysar, alla kyl- och frysskåp kan bli större. Diskmaskiner och torkskåp/-tumlare har ännu inte nått alla. Dessa maskiners verkningsgrad har dock förbättrats avsevärt under de senaste 15 åren, varför ökad spridning inte skulle påverka hushållens elförbrukning nämnvärt. Vi ser visserligen tecken till att förbättringen av maskinernas verkningsgrad har avstannat, men dagens nya maskiner har dock långt kvar till sin tekniska eller ekonomiska potential för energisnålhet. För att komma vidare kanske riktade politiska åtgärder krävs, eftersom varken konsumenter eller producenter har några starka drivkrafter till att välja energisnåla tekniska varianter av hushållsmaskinerna.<sup>25</sup> Mikrovågsugnar, halogenspisar, bättre ugnsisolering (som alla ger bättre temperaturreglering) leder till minskad elförbrukning för matlagning. Nya lampor kan minska elförbrukning för belysning med 75%, även om marknadsföringen av dessa lampor fortfarande är något av en utmaning.

Visst köper folk mer och mer elektronik och datautrustning. Dessa maskiner förbrukar dock små mängder el, normal 100 W eller mindre. Det ökande antalet elektroniska system har bara någon större betydelse i den mån folk har tid att utnyttja dem. Antalet elektroniska system kommer säkert att öka i framtiden, men deras elförbrukning kommer att vara begränsad. Malinen beräknar att upp till 400 kWh/år totalt kan komma att förbrukas till elektronik och datorer. Dessutom blir datorer och elektronik allt mer energisnåla, som hävdas av Norford et al.<sup>26</sup> Det mest betydande undantaget kan vara högupplösnings-TV, som enligt japanska tillverkare kan komma att kräva 5 - 10 gånger mer effekt (i watt) än nuvarande generation TV-apparater.

#### 10. LÄRDOMAR OCH INSIKTER: MÖJLIGHETEN ATT SPARA ENERGI

Vad kan vi lära oss av denna internationella jämförelse om hushållens elförbrukning och möjligheter att spara elenergi? Först och främst står det klart att det är bostadsuppvärmning och varmvattenberedning som står för den stora tillväxten ifråga om hushållens elförbrukning, såsom visas av de höga konsumtions-



nivåerna i Norge och Sverige. Dessa två sektorer måste behandlas ingående om det skulle bli viktigt att sänka efterfrågan.

För det andra föreligger mycket tydliga skillnader mellan hushållens elanvändning i Norge och Sverige å ena sidan och Danmark å den andra. Oavsett konsumtionsändemål är elintensiteten klart lägre i Danmark än i någondera av de båda andra. Skillnader som beror på olika intensiteter (som alltså normaliserats med avseende på skillnader i spridningen av förbrukningstypen) visar att det finns en potential för energisparande.

För det tredje tycks det finnas ett antal möjligheter att ytterligare förbättra energiutnyttjandet i bostäder, särskilt i Norge och Sverige. När det gäller bostadsuppvärmningen, där den största förbrukningen av hushållsel sker, är frågan var sparinsatserna bör koncentreras, med tanke på den betydande insats som redan görs inom denna sektor, särskilt i Sverige. Vår jämförande studie av det bostadsbestånd som uppvärms elektriskt visar på två delvis överlappande grupper av bostäder som är värda särskild uppmärksamhet:

- \* äldre bostäder som konverterats från andra bränslen till el;
- \* bostäder med möjlighet att utnyttja fler än ett bränsle.

Om ekonomiska styrmedel inverkar sänkande på elförbrukningen (t ex höjda relativa elpriser), skulle dessa hushåll reagera med att förbättra isoleringen i sina hus eller skulle de börja använda alternativa bränslen som olja eller ved? Båda reaktionerna är tänkbara. Det senare alternativet kanske är mer attraktivt: förutom enklare åtgärder (tätning eller vindsisolering) är det dyrbart och omständligt att göra ett gammalt hus mer energisnålt.

Flerbränslefrågan har särskild betydelse när det gäller tendenserna inom elförbrukningen i skandinaviska hushåll. I Sverige visar den stora andelen av de äldre bostäderna som har möjlighet att välja olika bränslen (av vilka många nyligen konverterats till elvärme) på en viss flexibilitet i valet av energikälla som inte finns i de nya elvärmda enfamiljshusen. Tendensen i Danmark att använda sekundära elvärmekällor för punktuppvärmning under de kallaste perioderna är negativ ur distributörens synvinkel med tanke på topplastfördelningen och försörjningsproblemet. I alla tre länderna innebär förekomsten av en avsevärd uppvärmningskapacitet med sekundära energikällor en svårighet för eldistributören att korrekt bedöma toppbelastningar för uppvärmning och visar på en möjlighet till avsevärd variation från år till år ifråga om val av energikälla, särskilt om klimatet eller de relativa energipriserna varierar kraftigt.

Norge har den största andelen hushåll med elvärme kompletterad med alternativa energikällor. En utveckling i Norge bort från elektricitet mot olja eller ved, utan avsevärda insatser för att göra husen energisnåla, skulle dock vara besvärlig eftersom verklig centralvärmeutrustning inte är så vanlig. Det andra

alternativet, en minskning av uppvärmd boyta eller sänkning av inomhustemperaturen, skulle säkert möta starkt motstånd.

Med tanke på elektricitetens betydelse för varmvattenberedning i enfamiljshus (samtliga hushåll i Norge), så är kunskapsnivån mycket begränsad rörande mönstret för hushållens varmvattenförbrukning. Mycket är också osäkert ifråga om typen av beredare som används, deras verkningsgrad, hur de sköts och temperaturregleras, och möjligheten att spara energi genom förbättrad teknik eller minskade krav (t ex lägre temperaturer, minskade flöden). Dessa frågor måste undersökas närmare och kan mycket väl ge möjligheter till avsevärda förbättringar ifråga om verkningsgrad.

Vi tror att de stora hushållsmaskinerna kommer att spridas ytterligare, särskilt i Danmark. Vi tror dock inte att elförbrukningen i hushållen för matlagning, belysning och maskiner kommer att öka särskilt mycket i något av de tre studerade länderna.

Skandinavien ingår i en större internationell marknad för hushållsutrustning, där man i Europa snabbt närmar sig en punkt där det är meningslöst att tala om specifika hushållsteknologier. Internationella tillverkare av hushållsmaskiner kommer att fatta beslut som påverkar elförbrukningen i Skandinavien, och skandinaviska tillverkare kan förväntas utveckla ny teknik för att kunna konkurrera på marknaden utomlands. Med tanke på de varandra motverkande krafterna som påverkar elförbrukningen per maskin (konsumenten vill ha fler finesser, hushållen blir allt mindre; det finns energisnål teknik, men tillverkarna är osäkra på efterfrågan), så är det svårt att säga hur snabbt elförbrukningen kan minska, särskilt med insatser från myndigheterna för att stödja förbättrad teknik.

## 11. SLUTSATSER

Våra jämförelser visar de resultat som ekonomisk teori förutspår: högre elpriser gör att alternativa energikällor sätts in för de användningsområden där de finns att tillgå, och underlättar för energisnålare (och dyrbarare) teknik som minskar elförbrukningen. Vi ser också vilka möjligheter myndigheterna har att påskynda insatsen av energisnål teknik, särskilt genom sådant som byggnormer och bidrag till energisnål utrustning.

De systematiska skillnader vi har beskrivit beträffande hushållens elförbrukning i de tre Skandinaviska länderna ger upphov till tre viktiga slutsatser:

- 1) När hushållsmaskinerna finns i alla tänkbara hushåll är det bara förändringar ifråga om elanvändning för bostadsuppvärmning och varmvattenförbrukning som kan avsevärt påverka elintensiteten i hushållen. De stora skillnaderna ifråga om elintensiteten mellan de tre studerade länderna kan nästan helt hänföras till dessa sektorer. Möjligheter till byte mellan olika bränslen och förbättrad isolering av bostäderna ger utsikter att bryta

den historiska utvecklingen mot högre elintensitet.

- 2) Verkningsgraden för den elektricitet som används i hushållen påverkas kraftigt av både teknik och politik och av internationella tillverkare. I alla tre länderna har större hushållsmaskiner blivit mer energisnåla genom tillverkarnas innovationer. Förändringar i byggtekniken, påskyndade av intensiv forskning och strängare värmeisoleringskrav i byggnormerna, har minskat förbrukningen för bostadsuppvärmning av nya hus i Sverige och Danmark.
- 3) Hushållsmedlemmarnas vanor har stor betydelse för elintensiteten, både därför att det är de som efterfrågar de tjänster som elektriciteten ger och därför att det är de som väljer utrustningen. Danska hushåll sänkte till exempel inomhustemperaturen kraftigt som ett svar på prishöjningar. Siffror tyder också på att konsumenter i Danmark genomgående väljer mindre och mer energisnåla maskiner. I Norge är elförbrukningen för belysning avsevärt större än i de andra länderna, i första hand beroende på konsumenternas vanor.

Om man jämför Danmark med Norge och Sverige tycks det helt klart att de höga elpriserna i Danmark (som är ett resultat både av små naturliga tillgångar och av medveten prispolitik) har påverkat utvecklingen, inköpen och användningen av elförbrukande utrustning i husen. Vi tror att högre relativa elpriser också i Sverige och Norge skulle leda till mer återhållsamma vanor. Elförbrukningen för extra uppvärmning skulle minska och andra energikällor för uppvärmning skulle så småningom få större betydelse. Högre priser skulle tvinga användarna att vara mer observanta för elförbrukningen när de köper ny utrustning, och skulle också stimulera tillverkarnas insatser för att ta fram bättre maskiner. Dessa slutsatser antyder att prispolitik och förbättrad teknik ger möjlighet att minska hushållens elförbrukning i Skandinavien, genom att energin skulle användas med högre verkningsgrad och att andra energilag skulle få större betydelse.

1. För en översikt av hushållens elanvändning i ett internationellt perspektiv, se L Schipper, A Ketoff, S Meyers, och D Hawk, 1987: **Residential Electricity Consumption in Industrialized Countries: Changes since 1973**, i Energy, the International Journal, Vol 12, N 12, 1987.
2. För en sammanfattning av intensitetsmätning och sätt att studera konsumentens elanvändning i hushållen, se L Schipper, A Ketoff, och A Kahane, 1985: **Explaining Residential Energy Use by Bottom-Up, International Comparisons**, i Annual Review of Energy, Vol 10, Palo Alto, CA; Ann. Revs. Inc. En tidigare sammanställning finns i L Schipper, 1984a: **Internationell Jämförelse av Bostädernas Energiförbrukning**, R131, Stockholm Byggforskningsrådet. Våra analyser av respektive land finns i tre uppsatser: L Schipper, 1983: **Residential Energy Use and Conservation in Denmark**, i Energy Policy (sept); L Schipper, 1984: **Residential Energy Use and Conservation in Sweden**, i Energy and Buildings, feb 1984b; samt L. Schipper, R. Howarth och D. Wilson, 1989: **A Long Term Perspective on Norwegian Energy Use**, LBL-27295, Berkeley: Lawrence Berkeley Laboratory.
3. L Schipper, S Meyers och H Kelly, 1985: **Coming in From the Cold**, Washington DC: Seven Locks Press and Am. Council for an Energy Efficient Economy.
4. Bent Sörensen, 1989: **Danish Programs for Efficient Use of Energy**, Evaluation Conference Proceedings. Chicago: Argonne National Laboratory (in press).
5. J Noergaard, 1977: **Boliger og Varme**. Lyngby, Fysisk Laboratorium III, Danmarks Tekniske Højskole.  
Se även Schipper, 1983: op cit. Flera olika studier och beräkningar ligger bakom dessa temperaturbedömningar.
6. D Wilson, L Schipper, S Tyler och S Bartlett, 1989: **Residential Energy Conservation Programs: A Comparison of Five OECD Countries**, LBL-27289.
7. Danmarks statistik, 1988: **Bolig og Bygning Register för 1988**, Tabell B.08. Köpenhamn (siffrorna framtagna av Erik Nielsen).
8. M Grimmig, 1987: **Energiforbruget i boliger opført efter BR 1977**. Taastrup: Teknologisk Institut.
9. A Ljones, 1988: **Analyse av energiforbruget 1975 - 1985. Rapport till Olje- och Energidepartementet**. Flataasen: A/S Energidata.



10. B Grinde, 1988: **Analyse av energiforbruket 1976-1986 i boligsektor. ENOK og reella forklaringsfaktorer.** Trondheim: Elektrisitetsforsynings Forskningsinstitutt A/S. Se även Schipper et al 1985.

11. Siffrorna kan härledas ur totalöversikterna i Danmarks Elvaerkers Forening, svenska **Energistatistik för småhus och norska Energiundersökelse 1983.**

12. **Råd och Rön**, 1986, Augusti.

13. Schipper, Meyers och Kelly, **op cit.**

14. A Kaiser et al, 1989: **Att ändra riktningen.** Stockholm Liber. Se även Schipper, 1984b.

15. De norska siffrorna är ett genomsnitt av alla de undersökningar vi tagit del av (se vår ursprungliga uppsats). Siffrorna har baserats på konsumtionen av glödlampor, vanligaste storlekar på glödlampor för hushållsbruk, som oftast används för att byta ut lampor som brunnit slut. Lampornas storlek och genomsnittlig förväntad livslängd är underlag för en beräkning om elkonsumtionen. Danska referenser har utnyttjat en likartad metod. Statens Vattenfallsverk gjorde en detaljerad undersökning av belysningsvanorna 1971 och har försökt följa senare förändringar i mönstret.

Den stora skillnaden mellan norska belysningsvanor och vanorna i de andra skandinaviska länderna har aldrig granskats systematiskt, så vitt vi känner till. Vi är skyldiga ett tack till olika norska kollegor för berättelser om konkreta fall i anknytning till våra spekulativa förklaringar.

16. L Schipper och D Hawk, 1989: **More Efficient Household Electricity Use: An International Comparison.** LBL-27277 (översättning i denna volym). Jämför också diskussionen i Bodlund et al, i T Johansson et al, red., 1989: **Electricity: Efficient End-Use and New Generation Technologies, and Their Planning Implications.** Lund: Lund University Press. Uppgifterna för ny utrustning har sammanställts av E Mills, Lunds universitet, som en del av ovannämnda rapport.

17. J Möller, 1988: **Elbesparelser i Boligsektorn.** Lyngby: Danmarks Elvaerkers Forenings Udredningsinstitut.

18. M Malinen, 1989: Personligt meddelande grundat på hans analys och framtidsbedömning av marknaden. Se även hans **Hushållens**

**elanvändning: tendenser och sparpotential.** VVS Kurs 8915, Stockholm, utgiven av VVS Tekniska Föreningen, Stockholm (Dec. 1989).

19. Schipper et al, 1987: op cit.

20. Schipper och Hawk, 1989: op. cit.

21. Schipper, Meyers och Kelly, op. cit.

22. H Blomberg och A Persson, 1988: **Rabatten på Watten.** Stockholm Energi.

23. L Schipper et al.: **Linking Energy and Lifestyles: A Matter of Time?** I Annual Review of Energy, 14, oktober, 1989. Palo Alto, CA: Annual Reviews, Inc.

24. L G Carlsson, 1989: **Energianvändning och strukturomvandling i byggnader 1970 - 1985.** R22:1989. Stockholm: Byggeforskningsrådet. Se även C Palmborg, 1987: **Hushållens energikonsumtion.** Projekt för uppdrag 2000. Stockholm: Statens Vattenfallsverk.

25. Schipper och Hawk, op. cit.

26. L Norford, A Rabl, J Harris och J Routurier, 1989: **Electronic Office Equipment: The Impact of Market Trends and Technology on End-Use Demand for Electricity,** i T Johansson et al., op.cit.

## APPENDIX: KÄLLOR TILL VÅRA DATA OCH VÅRT ARBETSSÄTT

Det första syftet med vårt projekt var att samla in och analysera historiska och aktuella data beträffande förbrukningsmönstret under perioden 1972/3 till och med 1986. Detta innebar att analysera ägarfördelning och egenskaper hos elförbrukande system (bostadsuppvärmning, kylförvaring, osv), hur dessa system används, elförbrukningen per system, vilket vi kallar elintensiteten, eller per hushåll, vilket vi kallar genomsnittlig förbrukning. Många av problemen med att samla in uppgifter redovisas i Schipper, 1984<sup>1</sup>. Föreliggande appendix sammanfattar våra källor till data och allmänna analysmetoder.

Det finns inte särskilt mycket "officiella" data som både berör hushållens elförbrukningsmönster och enhetsförbrukningen. Uppgifter från eldistributörer, maskintillverkare, konsumentrådgivare, forskare, osv ger dock information om mättningsgrad av elförbrukande system och deras användningsmönster, och ger ofta uppskattningar av enhetsförbrukningen.

Vår första uppgift var att anpassa uppgifter från olika källor för att få en så korrekt bild som möjligt av hushållssektorn, dvs att få med sådana delar av hushållens förbrukning som inte finns på andra håll i landets statistik utan att få med sådan förbrukning som inte klart sammanhänger med hushållens användning. Allmänt sett ger ett lands totala energibalans inte samma värde på total förbrukning av el inom hushållen som det värde vi använder i denna undersökning. (Västtyskland, Norge och Storbritannien är undantag.) Detta är en följd av att "hushållens förbrukning" ibland men inte alltid innefattar jordbruk, hyreshus utan individuell registrering av förbrukningen, förbrukning i hyreshusens gemensamma utrymmen, bostäder i hus avsedda för andra ändamål, osv. Med utgångspunkt i vår tidigare rapport har vi kunnat kombinera data från olika källor i varje land så att vi fått fram siffror för den totala förbrukningen i hushållen, på sådant sätt att siffrorna ger möjlighet till jämförelser både mellan olika tidsperioder och mellan länderna.

För Sverige och Danmark innefattar våra siffror den uppskattade andel av elförbrukningen som kan hänföras till hushållet av den förbrukning som ingår under rubrikerna "Jordbruk" och "Lantbrugseiendom". För Sverige har vi också innefattat 3/4 av "Fastighetsförvaltning" (gemensamhetsutrymmen i hyreshus eller andra flerfamiljshus där förbrukningen inte delas upp på enskilda hushåll). Fritidshus har så långt möjligt uteslutits från beräkningarna för respektive land. För Norge har vi räknat "boliger"-förbrukning.

## Definitioner

Basenheten för förbrukning är olika i olika länder. I vissa länder (Västtyskland, Italien, Japan, Storbritannien) räknar man hushåll i bebodda helårsbostäder. I USA räknar källorna med bebodda bostäder, medan man i Sverige räknar med helårsbostäder, även sådana som inte är bebodda. **Vi inkluderar förbrukning i helårsbostäder, men inte förbrukning som sker i fritidshus.** Dessa skillnader vid beräkningarna ger upphov till variationer ifråga om antalet konsumenter (eller antalet enskilda maskiner) på ca  $\pm 5\%$ , vilket kan ge upphov till små skillnader i det absoluta antalet system, särskilt system för bostadsuppvärmning, som ofta beräknas som totala antalet bostäder i hela beståndet. Slutligen beräknas hushållens elförbrukning oftast genom att siffrorna från varje bostads elmätare eller kund summeras. Detta utesluter ofta sådan hushållsförbrukning som inte ingår i elräkningen. Denna sista osäkerhetsfaktor ökar den totala osäkerheten i den sammanlagda förbrukningen av hushållsel med  $\pm 2\%$ .

**Korrigerigering för klimatet.** De beräknade siffrorna för bostadsuppvärmning justeras för att ta hänsyn till förbrukningsvariationer som beror på årliga variationer i genomsnittlig utomhustemperatur. I detta syfte skapar vi ett index, som beräknas genom att man dividerar antalet graddagar för respektive år med det långfristiga genomsnittet (baserat på  $18^{\circ}\text{C}$  under vintersäsongen). Den faktiska förbrukningen för uppvärmning divideras med denna kvot för att man ska erhålla en "klimatkorrigerad" förbrukningssiffra. Om man låter bli att göra en sådan förstahandskorrigering får man en betydande över- eller underskattning av efterfrågan på el i vissa länder, särskilt för sådana år då temperaturen avviker avsevärt från genomsnittet (1985 och 1987 var mycket kalla, 1982 och 1983 var mycket varma år), och för de länder där bostadsuppvärmningen utgör en stor del av den totala elförbrukningen (Sverige, Norge). Japanska experter har dock påpekat att denna korrigering inte bör tillämpas på japanska förhållanden, eftersom praktiskt taget all eluppvärmning där är komplettering till uppvärmning med andra energiformer. Kallare år används mindre kompletteringsvärme och mer primär uppvärmning.

För Danmark används klimatindex från Energistyrelsen, som mäter hälften av den årliga variationen i graddagar, för att räkna ut hela variationen. Denna siffra används sedan för att bestämma genomsnittligt antal graddagar per år med bas  $18^{\circ}\text{C}$ , utan hänsyn till solinstrålning. För Sverige viktades graddagssiffror från SCB för SFD och MFD enligt tidigare beräkningar av Carlsson så att ett enda graddagsindex erhöles. Detta multiplicerades med det uppskattade antalet graddagar i den nio månader långa uppvärmningsperioden om 4017 med bas  $18^{\circ}\text{C}$ , för att ge det aktuella årets siffra. För Norge beräknades de faktiska graddagsantalen per månad med bas  $17^{\circ}\text{C}$  (förutom juni-augusti) utgående ifrån tabeller från



Statistiska Sentralbyraan (SSB). Dessa antal justerades upp till att motsvara 18°C genom en att 1 grad multiplicerades med längden på uppvärmningssäsongen.

**Bostadsuppvärmning.** De viktigaste systemen för bostadsuppvärmning är de system som i enkETFörfrågningar betecknats som primära uppvärmningssystem. Sekundära system är oftast små bärbara element (med de anmärkningsvärda undantagen Sverige och Japan) som ger relativt små värmestillskott till enstaka rum i ett hem som för övrigt värms med hjälp av fossila bränslen.

I USA och Västtyskland förbrukas huvuddelen av de kilowattimmar som används för bostadsuppvärmning i primära system. I Sverige är uppdelningen svårare att göra eftersom nästan 1/3 av alla hushåll med elvärme som primär värmekälla också använder en del ved eller olja därtill. Dessutom används upp emot 15% av all elenergi för bostadsuppvärmning i Sverige för sekundär uppvärmning, vanligen i kombination med olja eller ved. Bara 1/3 av hushållen med elvärme använder enbart el, vilket man måste ta hänsyn till när man vill jämföra Sverige med andra länder. Samma hänsyn måste tas i fråga om Storbritannien, där små bärbara element används i nästan 3/4 av hushållen. I Italien är det ovanligt att man värmer bostaden med elvärme, medan praktiskt taget all el som används för uppvärmning i Japan går till sekundär uppvärmning, ofta med värmepumpar.

**Varmvattenberedning.** Hushållen värmer vatten i beredare av olika slag (tankberedare, genomflödesvärmare, varmvattenberedare i centralvärmesystemet) och i många disk- och tvättmaskiner. "Varmvattenberedare" avser den förra gruppen, "varmvatten" även vatten som värms i disk- och tvättmaskiner. "Andra maskiner" avser sådan el som inte används för att värma vatten. När varmvatten redovisas i internationell statistik ingår vatten som värms i disk- och tvättmaskiner.

Vi gör antagandet att alla hem i Skandinavien som har elvärme också har elektrisk varmvattenberedare. I vissa hushåll med bränslebaserad centralvärme och i vissa hushåll utan centralvärme förekommer extra elektriska varmvattenberedare, enligt undersökningar av den totala mättningsgrad av elektrisk varmvattenberedning. Vi gör antagandet att alla tvätt- och diskmaskiner i Norge och Danmark arbetar med kallvatten, alltså värmer sitt vatten själva. I Sverige är ca 90% av diskmaskinerna anslutna till varmvattenledningen, medan tvättmaskinerna arbetar med kallvatten.

**Matlagning.** I de flesta länder menas med matlagning el som används i spis/ugn. Mindre apparater (flyttbara ugnar, varmhållningsplattor) räknas inte in, utom i Japan, där enligt vår källa en liten del av elförbrukningen för små köksmaskiner räknas in. I Italien menar man med spis den vanligaste typen som utnyttjar både el och gas.

**Belysning och hushållsmaskiner.** Utrustning för kylförvaring innefattar kylskåp, kylochfrys med två dörrar och frysar. Eftersom det i vissa länder råder förvirring om terminologin rörande en kylochfrys med två dörrar och ett endörrars kylskåp med frysack är uppdelningen mellan dessa typer endast ungefärlig; i de fall mättningsgradsiffror för endast den ena typen anges finns troligen ett litet antal av den andra typen kvar.

### **Mättningsgrad**

Vi har gått igenom ett stort antal undersökningar som bedömer mättningsgraden av elförbrukande maskiner. Uppgifter om mättningsgraden har hämtats från hushållsundersökningar som görs regelbundet i alla länder. I Japan, Västtyskland och Storbritannien genomförs sådana undersökningar av officiella och privata instanser varje år; i Italien gör den italienska el-distributören ENEL översikter över elförbrukande system med några års intervall. I USA görs fullständiga översikter över hushållens energiförbrukning vart tredje år, medan andra översikter som rör mättningsgraden av elektriska hushållsmaskiner gjorts de flesta år sedan 1970.

För Sverige har undersökningar gjorts 1971, 1973, 1975, 1978, 1979, 1981, 1982 och 1985. Vattenfall har interpolerat och extrapolerat dessa resultat för att ta fram utjämnade värden på mättningsgraden av olika maskiner fram till och med 1987. För vissa år har dock dessa undersökningar inte räknat in antalet tvättmaskiner och torkar som hör till gemensamma tvättstugor. För Danmark har DEFU använt siffror från "Omnibusundersökelse", försäljningssiffror, och interpolerat på samma sätt. För Norge har vi använt befintliga siffror för 1967, 1973, 1979, 1981 och 1984/6 ("Forbrugsundersökelse"), kompletterat med vissa uppgifter från Philips, och interpolerat mellan åren.

Vi har jämfört olika källor till våra data och kompenserat för skillnader i definitioner, samplingspopulationer, osv, och tror att våra resultat, uttryckta som andel av hushållen som äger (respektive det absoluta antalet hushåll som äger) kan jämföras både över tidsperioder och mellan länder. De flesta av våra resultat visas som andel av hushållen som äger/använder en viss hushållsmaskin eller tjänst, vilket vi kallat mättningsgrad. I några få viktiga fall (kylskåp och frysskåp) anger vi antalet enheter per 100 hushåll delat med 100, för att ta hänsyn till att ett hushåll äger flera enheter, vilket vi kallar diffusion. I de fall vi har värden på både mättningsgrad och diffusion kan vi beräkna antalet enheter per hushåll som har minst en enhet. Detta värde är särskilt viktigt när det gäller små värmeelement, luftkonditioneringsaggregat, TV-apparater, små varmvattenberedare och som nämndes ovan kyl och frys.

## Genomsnittlig förbrukning

Genomsnittlig förbrukning är den elektricitet som används per hushåll för en viss given tjänst eller maskin. Om så sägs uttryckligen menas med genomsnittlig förbrukning "förbrukning per enhet" för de hushåll som har mer än en enhet per bostad. Genomsnittsförbrukning per person avser den totala förbrukningen i ett land för en viss tjänst, dividerad med antalet invånare.

Såsom vi påpekar i vår första rapport är genomsnittssiffror osäkra av flera skäl. Det är bara i USA som undersökningar genomförs regelbundet och omfattar hela landet. Undersökningar om elförbrukningen görs vart femte år i Västtyskland och om elförbrukning för bostadsuppvärmning och varmvattenberedning varje år i Sverige. Dessa undersökningar mäter elförbrukningen i hem med och utan uppvärmning, etc. Elförbrukning för andra ändamål kan beräknas med regression av total förbrukning mot mättningsgrad och egenskaper för en viss maskintyp, eller genom en jämförelse mellan hushåll med och utan respektive maskintyp. Tyvärr har inte många myndigheter gjort undersökningar över hela landet med större noggrannhet så att man kan göra pålitliga uppskattningar av genomsnittlig förbrukning per tjänst. Experter har uppskattat genomsnittlig förbrukning för de flesta tjänstetyperna utgående från tillverkarnas uppgifter, vissa mätningar på belastningen på nätet, och vissa jämförelser (eller regressionsanalys) mellan hushåll med olika typer av maskinell utrustning. Ofta beräknar man årlig förbrukning genom att man antar en viss nivå på utnyttjande (antal gånger eller tid igång) av en viss maskin.

Enhetsförbrukningen för hushållsmaskiner bör betraktas med en viss skepsis. Det finns signifikanta skillnader mellan medelförbrukningen som rapporteras för maskiner i USA, Japan och europeiska länder som en grupp, men skillnaderna mellan europeiska länder är inte signifikant med hänsyn tagen till osäkerheter när det gäller skillnader mellan typ av utrustning (storlek, kapacitet) eller användningsmönster (timmar igång, antal gånger per år). För Skandinavien har siffror på förbrukningen hämtats från Möller (1986 och tidigare arbeten), Vattenfall (Malinen, pers. medd.) och från olika källor i Norge. Vi konsulterade också ett arbete med en skandinavisk jämförelse.<sup>2</sup>

När det gäller nya maskiner är situationen något annorlunda. Experter i de flesta länder har lagt fast testprocedurer som kan fastställa elförbrukningen för nya maskiner. Även om testresultaten är svåra att översätta direkt till den verkliga förbrukningen i hushållen så ger de en möjlighet att rangordna varje maskin i förhållande till dess elförbrukning för en viss tjänst (per tvättomgång/torkomgång, för 24 timmars kylförvaring vid vissa temperaturer, för uppvärmning av en viss vattenmängd till en viss

temperatur och därefter varmhållning av detta vatten). Uppskattningarna av förändringar i genomsnittlig förbrukning för nya maskiner under en viss tidrymd ger ett någorlunda mått på förbättringar av verkningsgraden för en viss maskintyp i respektive land. I den mån noggranna mätningar har gjorts av dessa förbrukningsvärden för nya maskiner har vi återgett dem i vår rapport.

För Sverige har vi använt Vattenfalls bedömningar av enhetsförbrukning under viss tid (M Malinen, pers. medd.), av vilka några publicerats. När det gäller Danmark har bedömningarna gjorts av Jan Möller på DEFU<sup>3</sup>, och återfinns också i olika publikationer från DEFU och andra ställen. För Norge har vi inte återfunnit några omsorgsfulla uppskattningar av enhetsförbrukningar, även om vissa uppskattningar gjorts av Poleszynski<sup>4</sup>. Vi har även studerat en del opublicerade beräkningar från Statistisk Sentralbyrå.

Uppskattningar av enhetsförbrukningen för bostadsuppvärmning i de nordiska länderna gjordes genom granskning av försäljningssiffrorna till hushållen med elvärme i Danmark och Sverige, subtraktion av förbrukningen för maskiner (beräknad efter förbrukningen i hem utan elvärme) och för varmvattenberedning. Denna beräkning gjordes separat för enfamiljshus respektive flerfamiljshus. För Norge använde vi information från **Energiundersökelsen 1985**<sup>5</sup> och vissa körningar från denna studie som vi fick tillgång till av författaren, A Ljones, för att försöka isolera uppvärmning i blandade system, rena elvärmesystem och system med el som sekundär värmekälla. Tidigare siffror (1973, 1979) baserades på information om elvärmemarknaden i "ren elvärme" och "blandade system". För andra år gjordes bestämningar genom att all förbrukning för andra ändamål subtraherades. Våra resultat stämmer väl överens med de som erhållits av Grinde (EFI, 1988)<sup>6</sup> och färskas uppskattningar från Ljones (Energidata 1988, pers. medd.).

Antaganden om medelförbrukning för varmvattenberedning i Danmark hämtades från Möller 1986 (och tidigare arbeten). Vi bedömde dessa som låga i förhållande till internationella erfarenheter och andra danska källor, varför vi höjde dem; vi uppskattar t ex förbrukningen för en villa under 1986 till 3300 kWh/år. Uppskattningar av enhetsförbrukningen för Sverige bygger på information från Vattenfall (pers. medd.), Carlsson (1989)<sup>7</sup> och Schipper (1984). Värdena för Norge kommer från Ljones (Energidata, pers. medd.) och Sörensen.<sup>8</sup> Dessa författare är samstämmiga om att familjer i enfamiljshus 1973 använde ca 4000 kWh/år och de i flerfamiljshus ca 2500 kWh/år. I de sammanlagda siffrorna för respektive land har vi lagt in 75% av den energi som åtgår för disk- och tvättmaskiner (i Sverige endast tvättmaskiner) under 1986 (80% 1972/3) för den vattenvärmning som sker i dessa maskiner.

Uppskattningar av enhetsförbrukning för matlagning gjordes av Vattenfall för Sverige och av Möller (1986) för Danmark; för Norge



försökte vi bygga en rimlig följd av värden för tidsperioden utifrån olika gissningar i litteraturen. I alla tre länderna minskar användningen av spis/ugn, allteftersom färre och enklare måltider tillreds i hemmen.

#### **Verkningsgrad (effektivitet)**

Generellt sett är verkningsgraden kvoten mellan den tjänst som erhålls och den elektricitetsmängd som går åt för denna. Elintensiteten är motsatsen, el per enhet tjänst. Minskning av elförbrukningen per maskin hänger samman med förbättrade verkningsgrader, även om en viss minskning kan bero på förändringar i användningsmönstret.

Ur våra data kan man utläsa hur enhetsförbrukningen har ändrats sedan början på 70-talet för de flesta nya hushållsmaskiner och spisar. De flesta av dessa förändringar beror på förhöjd verkningsgrad. Att maskinerna blivit större och fått mer extrautrustning har i viss mån inskränkt den energibesparing som den förbättrade verkningsgraden skulle åstadkommit. Samtidigt har ändringar ifråga om hur maskinerna används inverkat både sänkande och höjande på elförbrukningen, olika för olika maskiner och olika länder. Dagens europeiska konsument tvättar t ex sina kläder i avsevärt svalare vatten (60°C istället för 90°C för de flesta tvättmaskiner) än 1973 års konsument. Detta innebär en minskning av den el som går åt för att värma tvättvatten.

Det är avsevärt svårare att dela upp förändringarna ifråga om elförbrukning för bostadsuppvärmning och varmvattenberedning i verkningsgradsförbättringar respektive andra faktorer. Sverige är det enda land där man regelbundet gör noggranna undersökningar av elförbrukningen för bostadsuppvärmning (även om man tar med varmvattenberedningen i uppvärmningsförbrukningen). Dessa undersökningar visar hur elförbrukningen sammanhänger med bostadens ålder och läge, samt hur el används i kombination med andra bränslen. Andra jämförbara studier ger noggranna uppgifter om bostadsbeståndet och värmekällorna (typer av värmesystem, isoleringsnivåer i befintliga och nybyggda hus). För Sverige blir det därmed möjligt att bestämma var för sig det inflytande förbättrad husisolering, bättre värmesystem och ändringar i inomhusklimatet har på elförbrukningen.

För andra länder finns betydligt mindre data att tillgå. Istället finns antingen ett genomsnitt av förbrukning för uppvärmning för hela bostadsbeståndet eller uppskattningar av elförbrukningen utgående från datorsimuleringar. Situationen är likartad för varmvattenberedning. Det går därför bara att ge grova antydningar om hur verkningsgraden för elvärme och varmvattenberedning har ändrats. Förbättringarna ifråga om byggnadsisolering, som kommer till synes i de hårdare krav på isoleringstjocklekar som ställs i byggnormerna, torde innebära att verkningsgraden vid bostadsupp-

värmning med elektricitet har blivit avsevärt högre i alla länder under de senaste 15 åren.

## DANMARK

Den totala elförbrukningen i Danmark inom hushållssektorn finns inte registrerad entydigt i någon officiell statistik för landet. Elverksföreningens statistik är grundvalen för vår rapport. Denna statistik sträcker sig från 1977 och omfattar elförbrukning i jordbruk och icke jordbruk, med och utan uppvärmning.<sup>9</sup> (Förbrukningsmönstret för år dessförinnan har beräknats av Dansk Elvaerkeres Forenings Udredningsinstitut, DEFU (J Möller, 1981)<sup>10</sup>. Förbrukningen uppdelas dessutom på enfamiljshus (SFD), flerfamiljshus (MFD) och jordbruk. Hus med uppvärmning är sådana SFD (MFD) som förbrukar mer än 10000 (6000) kWh/år. Denna siffra täcker inte in samtliga hushåll med elvärme, och inkluderar några som inte har elvärme, men det värde på antalet SFD och MFD med elvärme som man får med denna definition ligger nära det värde som ges i "Bygning och bolig register" (BBR), den officiella bostadsräkningen. Från och med 1986 har definitionen ändrats till att omfatta just de hushåll som verkligen har elvärme.

Förutom förbrukningen i dessa fyra klasser tillkommer förbrukningen i jordbruk. Vi multiplicerar antalet jordbruk med den genomsnittliga förbrukningen per SFD utan elvärme, för att ungefärligen uppskatta förbrukningen i jordbrukens hushåll. (Denna teknik är densamma som tillämpas av Schipper 1983<sup>11</sup>.)

Befolkningssiffrorna kommer från danska statistikbyrån. Det totala antalet bostäder har beräknats av byrån. Det totala antalet hushåll har hämtats från olika analyser av Möller. Graddagar har hämtats från de siffror som Energistyrelsen presenterar (bas 17°C, ca 9 månaders uppvärmningsperiod) och har justerats uppåt till bas 18°C genom att 250 dagar multipliceras med 1 grad.

Schipper (1983) tog fram detaljerade energibalanser för hushållssektorn 1972, 1975, 1978-1982. Dessa balanser uppdaterades till 1983-86 i föreliggande uppsats. För 1972 modifierades siffrorna i Schipper (1983) så att de motsvarar färskare information som framtagits av Möller. Schippers siffror för 1978 och 1983 användes med små modifikationer baserade på Möller (1987)<sup>12</sup>. Uppdelningen av siffrorna för 1986 gjordes av Möller (1987).

### Bostadsuppvärmning.

Vi har definierat "centralvärme" som hus med direktverkande elvärme (inklusive sådana som förmodligen även använde ved), samt det lilla antal hus som har elpannor. Olika undersökningar har visat att många hem med full elementvärme kompletterar uppvärmningen med ved eller någon annan sekundär värmekälla, särskilt under den kallaste perioden.

Den totala elförbrukningen för bostadsuppvärmning hämtades från Schipper (1983) och från Möller. Vi har antagit att de hushåll som definierats som elvärmehushåll även har elektriska varmvattenberedare. Den genomsnittliga förbrukningen för hushåll med elvärme justerades genom subtraktion av uppskattad förbrukning för varmvattenberedning och för hushållsmaskiner, varvid den förra bestämdes för respektive år (t ex 3300 kWh under 1986), den senare togs från siffrorna för förbrukningen i hushåll utan elvärme. (Vi gör antagandet att elektrisk varmvattenberedning är kopplad till elektrisk bostadsuppvärmning). Den genomsnittliga förbrukningen per hushåll för de olika klasserna av hushåll multiplicerades med det totala antalet hushåll för att få fram den totala förbrukningen för varmvatten och bostadsuppvärmning för SFD och MFD.

Sekundär uppvärmning med hjälp av el är inte ovanlig i Danmark. Kombinationen el-ved eller el-olja betraktas som sekundär eluppvärmning. Det finns dock nästan ingen information om mängden förbrukad el; våra uppskattningar är därför mycket grova. Enligt en totalundersökning hade ända upp till 40% av hushållen någon form av kompletteringsvärme med el, och att en motsvarande eller större andel av hushållen med elvärme hade ved eller någon annan källa till kompletteringsvärme. Skiljelinjen mellan elvärme och ingen elvärme är därför diffus. Efter diskussioner med Elvaerksforeningen, Energistyrelsen och Risø, satte vi förbrukningen av el för sekundär uppvärmning under 1986 till 362 GWh.

Korrigeringar för klimatet görs genom att uppskattad förbrukning för bostadsuppvärmning divideras med kvoten mellan verkliga antalet graddagar med bas 18°C och långtidsmedelvärdet för antalet graddagar. Basen 18°C har framräknats från Energistyrelsens siffror utgående från deras lägre bas. Långtidsmedelvärdet för en uppvärmningsperiod på 9 månader är 3 316 d°C. Uttrycken CC eller CCORR innebär att korrigering gjorts för uppvärmning, eller för totala siffror (t ex vid beräkning av andelar).

#### **Varmvattenberedning, matlagning, belysning och hushållsmaskiner**

**Varmvattenberedning.** Schipper (1983) gjorde bedömningen att alla hushåll med elvärme som primär värmekälla (och andra utan elvärme) också erhåller varmvatten från en elektrisk anläggning. De värden som antagits som genomsnittsförbrukning för SFD och MFD var 3 700 kWh resp 2 500 kWh under 1972, varefter de ökade något mot mitten av 70-talet och sedan sjönk fram till 1983. De uppskattningar som redovisas ligger något högre än de som Möller beräknat i olika rapporter, men stämmer med uppskattade värden för SFD och MFD i Sverige och Norge. Det avsevärt högre elpriset i Danmark än i dessa grannländer borde ge något lägre siffror, vilket motsvaras av uppskattningar av Möller (1987; se även Nielsen, 1988<sup>13</sup>). Möller (1987) ger också data om total spridning av elektriska varmvattenberedare. Av dessa data har beräknat antalet



hushåll med elektrisk varmvattenberedning men utan elvärme. Denna extra förbrukning adderas till förbrukningen för förbrukningssektorn "vattenvärmning".

**Matlagning.** Möller och andra undersökningar från 1972 och framåt har gett siffrorna för matlagning ifråga om spridning och genomsnittlig förbrukning.

**Belysning.** Vi har använt Möllers uppskattningar av elförbrukning för belysning.

**Elektriska hushållsmaskiner.** Total elförbrukning för hushållsmaskiner och matlagning erhöles utifrån data om elförbrukning i MFD och SFD utan elvärme. Dessa uppgifter hämtades från elverksföreningen efter 1977, och har uppskattats av Möller för tidigare år. Från dessa siffror har vi subtraherat förbrukningen för elspisar för matlagning för att erhålla elmaskiner totalt för alla typer av bostäder. Genomsnittlig förbrukning för enskilda ändamål hämtades från Möller. Slutligen subtraherades elförbrukningen för uppvärmning av vatten i tvätt- och diskmaskiner från förbrukningen för hushållsmaskiner. Vi har uppskattat andelen av genomsnittsförbrukningen för dessa maskiner som går åt för att värma vatten till 80% år 1972; efter 1979 sjönk den till att ligga på 75% år 1986. Mättningsgraden anges i andel av hushållen som innehar maskintypen, utom då flerägande kommer ifråga, då vi anger diffusionen (antal enheter per 100 hushåll/100).

### **Energisparande**

Både Möller och Nielsen diskuterar energisparande i nya maskiner, och Möller uppskattar i DEFs årsbok den genomsnittliga energiförbrukningen för hela beståndet av varje maskinslag som sålts under året. Hans uppskattningar bygger på en informerad bedömning av både framtestad genomsnittsförbrukning per enhet och blandningen av storlekar och utrustningsnivåer som sålts under året. Både Möller och Nielsen diskuterar "marknadens bästa modell" och hur mycket lägre elförbrukningen är för dessa modeller jämfört med dels befintligt bestånd av maskiner och dels alla nya modeller.

DENMARK HOUSEHOLD ELECTRICITY	1970	1972	1975	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
POPULATION, 10e3	4910	4990	5060	5090	5100	5120	5120	5120	5110	5110	5110	5110	5120	5120
Households, 10e3	1785	1881	1966	2003	2047	2070	2101	2140	2163	2183	2195	2226	2245	2276
TOTAL ELECTRICITY USE, GWH	4180	5190	6250	6698	7415	7823	7616	7620	7650	7746	8084	8702	8983	9276
Climate index	1.078	0.955	0.901	0.943	0.994	1.087	1.032	1.000	0.948	0.923	0.923	1.113	1.026	1.079
Climate Corrected, GWH	4008	4831	5628	5902	6441	6649	6576	6642	6696	7002	7272	7639	7907	8059
Per Capita, kWh	816	968	1112	1159	1263	1299	1284	1297	1310	1370	1423	1495	1544	1574
Per Household, kWh	2246	2568	2863	2946	3146	3212	3129	3103	3095	3208	3313	3432	3523	3541
END USES, GWH														
Main Heat, GWH, uncorr	170	360	625	798	975	1165	1037	978	961	755	828	1034	1067	1190
Secondary Heat, GWH, uncorr	25	20	30	39	93	120	109	120	119	126	187	287	308	362
Total Heating, GWH, CCorr	181	398	727	887	1075	1182	1110	1099	1139	955	1099	1187	1341	1439
Water Heating, GWH*	495	644	907	1077	1158	1239	1297	1289	1299	1318	1335	1361	1426	1510
Cooking, GWH	750	750	940	1000	1081	1100	1111	1119	1128	1156	1222	1278	1333	1323
Lighting, GWH	758	846	885	952	1024	1035	1051	1085	1163	1173	1236	1311	1322	1354
Refrigeration, GWH	1353	1592	1772	1923	1954	1989	1991	1945	1928	1896	1860	1873	1865	1891
Other Appliances, GWH **	628	978	1092	910	1130	1176	1020	1083	1052	1322	1415	1558	1661	1645
SHARES, % (C Corr)														
Main Heat	3.9%	7.8%	12.3%	14.3%	15.2%	16.1%	15.3%	14.7%	15.1%	11.7%	12.3%	12.2%	13.2%	13.7%
Secondary Heat	0.6%	0.4%	0.6%	0.7%	1.5%	1.7%	1.6%	1.8%	1.9%	2.0%	2.8%	3.4%	3.8%	4.2%
Water Heating*	4.5%	8.2%	12.9%	15.0%	16.7%	17.8%	16.9%	16.5%	17.0%	13.6%	15.1%	15.5%	17.0%	17.9%
Cooking	12.3%	13.3%	16.1%	18.2%	18.0%	18.6%	19.7%	19.4%	19.4%	18.8%	18.4%	17.8%	18.0%	18.7%
Lighting	18.7%	15.5%	16.7%	16.9%	16.8%	16.5%	16.9%	16.8%	16.8%	16.5%	16.8%	16.7%	16.9%	16.4%
Refrigeration	18.9%	17.5%	15.7%	16.1%	15.9%	15.6%	16.0%	16.3%	17.4%	16.8%	17.0%	17.2%	16.7%	16.8%
Other Appliances **	33.8%	33.0%	31.5%	32.6%	30.3%	29.9%	30.3%	29.3%	28.8%	27.1%	25.6%	24.5%	23.6%	23.5%
AVG ANNUAL GROWTH RATES, %		70-72			72-78					78-83				83-87
Space Heat (all)		48.3%			18.0%					-2.3%				10.8%
Water Heating*		14.1%			10.3%					2.6%				3.5%
Cooking		0.0%			6.3%					1.4%				3.4%
Lighting		5.6%			3.2%					2.8%				3.7%
Refrigeration		8.5%			3.5%					-0.6%				-0.1%
Other Appliances **		24.8%			2.4%					3.2%				5.6%
PER CAPITA CONSUMPTION, kWh, CC														
Main Heat, kWh, CCorr	32	76	137	166	192	209	196	191	198	160	175	182	203	216
Secondary Heat, kWh, CCorr	5	4	7	8	18	22	21	23	25	27	40	50	59	66
Water Heating, kWh *	101	129	179	212	227	242	253	252	254	258	261	266	279	295
Cooking, kWh	153	150	186	196	212	215	217	219	221	226	239	250	260	258
Lighting, kWh	154	170	175	187	201	202	205	212	228	230	242	257	258	265
Refrigeration, kWh	276	319	350	378	383	388	389	380	377	371	364	366	364	369
Other Appliances, kWh	128	196	216	179	222	230	199	212	206	259	277	305	324	321
PER DWELLING CONS., kWh														
Lighting	425	450	450	475	500	500	500	506.94	537.6	537.6	563.22	588.84	588.84	595
Refrigeration	758	846	901	960	955	961	947	909	891	869	848	841	831	831
Other Appliances **	352	520	555	454	552	568	486	506	486	606	645	700	740	723

\* Includes water heated in clothes- and dish- washers

\*\* Excludes water heated in clothes- and dish- washers

## NORGE

Det finns inga "riktiga" löpande undersökningar av hushållens energiförbrukning i Norge, bara uppskattningar, t ex så som gjorts av Sörensen<sup>14</sup>, som bedömt förbrukningen av olika bränslen ända tillbaka till 1950. Knut Alfsen och Asbjörn Aaheim från Statistisk Sentralbyrå (SSB) har också gjort uppskattningar av hushållens energiförbrukning. Däremot finns en serie undersökningar av förbrukningen av elektrisk energi från 1960 och framåt, i Elstatistikk. Schipper beräknade noggranna energiförbrukningsbalanser för hushållssektorn 1973, 1979 och 1983. Dessa balanser uppdaterades till 1983 - 1986 av Schipper, Howarth och Wilson (1989)<sup>15</sup>. Beräkningarna fortsatte med en uppskattning av hur många hushåll som använde el, brännolja, fotogen, ved eller kol för olika ändamål, beräkning av genomsnittlig förbrukning för bostadsuppvärmning och varmvattenberedning (från olika delundersökningar om energiförbrukning, från Energiundersöknelse 1980 och Energiundersöknelse 1983), och beräkningar av genomsnittsförbrukning av el för matlagning, belysning och de viktigare hushållsmaskinerna från den knapphändiga litteraturen. Sekundär elvärme uppskattades utifrån Energiundersöknelse 1983 och gissades för övriga år.

### Bostadsuppvärmning

Korrigerigering för klimat gjordes genom att den beräknade förbrukningen för uppvärmning dividerades med kvoten mellan det verkliga antalet graddagar med bas 18°C och det genomsnittliga antalet över lång tid. Siffror med bas 18°C framräknades ur SSBs siffror genom att deras siffror med lägre bas korrigerades, med juni, juli och augusti borträknade. Genomsnittet över lång tid för en uppvärmningssäsong på 9 månader är 4 069 d°C. Beteckningarna CC och CCORR visar var korrigerigering gjorts för uppvärmning eller för sammanlagda värden (vid beräkning av andelar, t ex.).

### Varmvattenberedning, matlagning, belysning och hushållsmaskiner

**Varmvattenberedning.** Vi uppskattar att ungefär 80% av alla hem hade elbaserad varmvattenberedning 1970, 12% hade oljebaserade system och 8% saknade rinnande varmvatten. År 1986 täckte elektriciteten 95% av alla hem, oljan bara 5%. Vi beräknade en genomsnittlig elförbrukning separat för enfamiljshus och för flerfamiljshus, och tog ett medelvärde av dessa. År 1970 var detta medelvärde 3 673 kWh/år; år 1979 var det 3 818 kWh/år; och år 1986 var det 3 475 kWh/år (allteftersom fler flerfamiljshus gick över till el). Till den totala elförbrukningen för varmvattenberedare adderar vi den uppskattade förbrukningen av varmvatten i tvätt- och diskmaskiner, 75 - 80% av genomsnittsförbrukningen per maskin.

DENMARK HOUSEHOLD ELECTRICITY	1970	1972	1975	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
SPACE HEATING CC, GWH	181	398	727	887	1075	1182	1110	1099	1139	955	1099	1187	1341	1439
Climate index	1.078	0.955	0.901	0.943	0.994	1.087	1.032	1.000	0.948	0.923	0.923	1.113	1.026	1.079
SPACE HEATING, GWH	195	380	655	837	1069	1285	1146	1099	1080	881	1015	1321	1376	1553
- Principal, Gwh	170	360	625	798	975	1165	1037	978	961	755	828	1034	1067	1190
Saturation, %	0.8%	1.6%	3.1%	3.8%	4.1%	4.4%	4.7%	5.2%	5.5%	5.8%	6.2%	6.5%	6.7%	6.9%
Use per household, MWh	12.5	12.0	10.2	10.5	11.8	12.7	10.5	8.8	8.0	6.0	6.1	7.1	7.1	7.5
- Secondary, Gwh	25	20	30	39	93	120	109	120	119	126	187	287	308	362
Saturation, %	10.0%	10.0%	10.0%	9.7%	17.9%	21.0%	20.8%	22.5%	22.2%	22.2%	28.9%	35.3%	39.7%	42.1%
Use per household, Kwh	140	106	153	200	254	276	250	250	248	261	295	365	346	378
WATER HEATING, GWH TANKS	190	230	400	464	494	538	589	582	596	624	651	682	740	793
Saturation, %	3.0%	4.0%	6.2%	7.7%	8.4%	9.2%	10.0%	10.7%	11.4%	12.0%	12.5%	13.3%	14.2%	14.9%
Use per household, Kwh	2923	3067	3333	3203	3187	3074	3020	2909	2839	2835	2832	2842	2959	2992
COOKING STOVES, GWH	750	750	940	1000	1081	1100	1111	1119	1128	1156	1222	1278	1333	1323
Saturation, %	45.0%	52.7%	64.1%	67.6%	72.3%	71.0%	74.5%	74.8%	75.1%	75.6%	78.6%	79.1%	80.2%	80.2%
Use per household, Kwh	775	750	746	738	730	720	710	699	694	701	709	726	733	725
LIGHTING, GWH	758	846	885	952	1024	1035	1051	1085	1163	1173	1236	1311	1322	1354
Use per household, Kwh	425	450	450	475	500	500	500	507	538	538	563	589	589	595
APPLIANCES, GWH w Hwater	2287	2984	3370	3444	3748	3866	3719	3736	3683	3912	3960	4110	4212	4253
Use per household, Kwh	1281	1586	1714	1719	1831	1868	1770	1745	1702	1792	1804	1846	1876	1868
of which :														
TOTAL REFRIGERATION	1353	1592	1772	1923	1954	1989	1991	1945	1928	1896	1860	1873	1865	1891
Use per Household, kwh	758	846	901	960	955	961	947	909	891	869	848	841	831	831
REFRIGERATORS, GWH	550	582	578	572	574	578	577	542	540	535	533	534	526	517
Saturation, %	77.0%	80.3%	77.4%	77.1%	76.8%	76.5%	75.2%	74.3%	74.1%	73.9%	74.5%	75.0%	74.8%	74.5%
Use per appliance, Kwh	400	385	380	370	365	365	365	341	337	332	326	320	313	305
FREEZERS, GWH	707	848	879	962	955	958	944	942	928	907	884	886	876	890
Saturation, %	33.0%	41.0%	49.7%	56.5%	58.3%	59.7%	59.9%	59.8%	59.8%	59.8%	60.0%	62.0%	63.7%	65.2%
Use per appliance, Kwh	1200	1100	900	850	800	775	750	736	717	695	671	642	613	600
COMBI, GWH	96.8	162	314	389	426	453	470	461	460	453	444	452	463	483
Saturation, %	7.0%	11.8%	21.9%	26.6%	28.5%	30.2%	31.5%	31.9%	31.8%	31.4%	31.0%	32.0%	33.4%	34.8%
Use per appliance, Kwh	775	730	730	730	730	725	710	675	669	661	652	635	617	610
CLOTHES WASHERS, GWH	344	430	501	555	588	614	621	630	632	631	628	625	632	650
Saturation, %	35.0%	41.9%	48.5%	54.3%	56.3%	58.2%	58.5%	58.6%	58.9%	59.4%	60.0%	60.4%	62.4%	64.2%
Use per appliance, Kwh	550	545	525	510	510	510	505	502	496	487	477	465	451	445.0
Of Which Hot Water	468	463	446	434	434	434	429	427	417	404	391	377	361	356
DISHWASHERS, GWH	15.2	57.3	95.3	166	193	210	212	203	205	205	206	214	227	246
Saturation, %	2.0%	7.0%	10.1%	16.2%	18.0%	19.9%	20.4%	20.5%	20.6%	20.7%	21.0%	22.0%	24.0%	26.0%
Use per appliance, Kwh	425	435	480	510	525	510	495	462	459	454	447	436	421	415
of which Hot Water	361	370	408	434	446	434	421	393	386	377	367	353	337	332
CLOTHES DRYERS, GWH		11.0	29.2	56.4	69.5	79.8	90.0	98.0	104.9	111.4	119.4	137.9	137.7	156.6
Saturation, %		1.3%	3.3%	6.4%	7.9%	9.4%	10.2%	10.9%	11.6%	12.3%	13.2%	15.3%	15.3%	17.2%
Use per appliance, Kwh		450	450	440	430	410	420	420	418	415	412	405	401	400
Hot Water in Washers, TWH	305	414	507	612	664	701	708	707	703	694	684	679	687	717
REMAINING APPLIANCES, GWH	575	692	730	474	663	687	517	628	584	844	927	1047	1139	1094
<sup>***</sup> per HH, kwh	322	368	371	237	324	332	246	294	270	387	422	470	507	480
TV, BW and Color, GWH		202	243	271	280	286	289	232	229	224	219	215	212	216



**Matlagning.** Forbrugsundersöknelse 1973 uppskattade att 95% av hushållen hade elspis. Vi satte siffran för 1983 till 99,7% och för 1986 till 99,8%. I enlighet med referenser från Poleszynski<sup>16</sup> och andra satte vi genomsnittsförbrukningen till 650 kWh/år för 1970, vilket sjönk efterhand till 554 kWh/år för 1986.

**Belysning.** Efter diskussioner med Ljones (A/S Energidata, Flataasen) och B Grinde (EFI, Trondheim) satte vi elförbrukningen per hushåll för belysning till 1 000 kWh/år för 1970, 1 200 kWh/år för 1973, 1 400 kWh/år för 1979 och 1 600 kWh/år för 1986. Olika glödlampors livslängd och deras effekt i kombination med årlig försäljning (som ersättning för lampor som brunnit ut) ger möjlighet att beräkna den el som förbrukats för att ge upphov till den uppskattade omsättningen av lampor.

**Elektriska hushållsmaskiner.** Våra data om spridningen av elektriska hushållsmaskiner kommer från olika **Forbrugsundersökningar** (1967, 1973, 1974-6, 1981-3, 1984-6). Beräkningar av genomsnittlig förbrukning återfinns i Poleszynski (1978), Energidata (1988)<sup>17</sup>, Grinde (EFI, 1988)<sup>18</sup> och i olika publicerat och opublicerat material från EFI och SSB. Inte i något fall hade de olika beräknade värdena ställts samman. Vi försökte göra en sådan sammanställning. Vi utgick ifrån att utrustning för kylförvaring blivit större, och i början av 80-talet också något energisnålare. Den första tendensen leder till högre genomsnittsförbrukning; den andra till lägre. För tvättmaskiner tog vi hänsyn till den internationella tendensen till minskad vattenförbrukning och antog att detta påverkade maskiner som såldes i Norge i slutet av 70-talet; dessutom finns en tendens att konsumenterna tvättar i lägre temperaturer. Högre varvtal på centrifugeringen minskar behovet av torkning en smula. Om man multiplicerar våra antagna värden på genomsnittlig förbrukning för de viktigare hushållsmaskinerna med värdena på spridningen erhåller man ca 1 000 kWh/hushåll under 1973 och 2 000 kWh/hushåll under 1986. Detta skulle ge en liten rest om ca 600 kWh/hushåll 1973 och 1000 kWh/hushåll 1986 för att täcka förbrukningen för TV, småmaskiner, fläktar, bastu och diverse annat.

NORWAY RESIDENTIAL ELECTRICITY	1960	1970	1973	1975	1976	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
POPULATION, 10e3	3581	3880	3960	4010	4030	4070	4086	4100	4115	4128	4140	4153	4167	4175
HOUSEHOLDS, 10e3	1075	1297	1367	1413	1437	1502	1524	1539	1556	1569	1582	1589	1595	1595
TOTAL ELECTRICITY Use, GWH	7528	14394	15722	17406	18931	22344	22525	23878	25081	25775	26878	28911	29917	30833
Climate Index	1.019	1.059	0.989	0.926	1.044	1.085	1.061	1.056	0.982	0.936	0.945	1.107	1.040	1.062
Climate Corrected, GWH	7486	14069	15787	17960	18580	21522	21922	23266	25308	26662	27690	27369	29280	29810
Per Capita, kWh	2090	3626	3987	4479	4610	5288	5365	5675	6150	6459	6688	6590	7027	7140
Per Household, kWh	6963	10847	11549	12710	12930	14329	14385	15117	16265	16993	17503	17224	18357	18689
END USES, GWH														
Main Heat, GWH, uncorrected	2222	3824	4186	4186	4250	6740	6472	6870	7417	7711	8056	9787	10444	11146
Secondary Heat, GWH, uncorr		2232	1884	2727	3985	3722	3983	4667	5042	5337	5948	6115	6271	6400
Total Heating, GWH, CCorr	1349	5517	6135	7468	7885	9640	9853	10925	12686	13935	14816	14360	16080	16515
Water Heating, GWH *	2861	4837	5093	5258	5264	5732	5822	5999	6102	5975	5972	5973	5968	5996
Cooking, GWH	611	780	845	859	868	894	897	902	900	900	892	884	882	890
Lighting, GWH	860	1297	1640	1625	1724	2103	1981	2078	2178	2275	2373	2542	2552	2552
Refrigeration, GWH	290	813	1098	1231	1310	1617	1560	1728	1781	1795	1780	1777	1745	1725
Other Appliances, GWH **	641	825	975	1519	1529	1535	1809	1635	1660	1783	1857	1833	2053	2131
SHARES, % (CCORR)														55.4
Main Heat	29.7%	24.2%	26.8%	25.2%	21.9%	28.9%	27.8%	28.0%	29.8%	30.9%	30.8%	32.3%	34.3%	34.4
Secondary Heat	18.03%	15.0%	12.1%	16.4%	20.5%	15.9%	17.1%	19.0%	20.3%	21.4%	22.7%	20.2%	20.6%	20.2
Water Heating	38.2%	34.4%	32.3%	29.3%	28.3%	26.6%	26.6%	25.8%	24.1%	22.4%	21.6%	21.8%	20.4%	20.1
Cooking	8.2%	5.5%	5.4%	4.8%	4.7%	4.2%	4.1%	3.9%	3.6%	3.4%	3.2%	3.2%	3.0%	3.0
Lighting	11.5%	9.2%	10.4%	9.0%	9.3%	9.8%	9.0%	8.9%	8.6%	8.5%	8.6%	9.3%	8.7%	8.6
Refrigeration	3.9%	5.8%	7.0%	6.9%	7.0%	7.5%	7.1%	7.4%	7.0%	6.7%	6.4%	6.5%	6.0%	5.8
Other Appliances	8.6%	5.9%	6.2%	8.5%	8.2%	7.1%	8.3%	7.0%	6.6%	6.7%	6.7%	6.7%	7.0%	7.1
AVERAGE ANNUAL GROWTH RATES %		60-70	70-73			70-79			79-83				83-86	
Space Heat (all)		15.1%	3.6%			6.4%			9.6%				4.9%	
Water Heating*		5.4%	1.7%			1.9%			1.0%				-0.0%	
Cooking		2.5%	2.7%			1.5%			0.2%				-0.6%	
Lighting		4.2%	8.1%			5.5%			2.0%				3.9%	
Refrigeration		10.8%	10.6%			7.9%			2.6%				-0.9%	
Other Appliances**		2.6%	5.7%			7.1%			3.8%				4.8%	
PER CAPITA CONSUMPTION, kWh, CC														
Main Heat	609	931	1068	1128	1010	1526	1493	1587	1835	1995	2059	2128	2411	2513
Secondary Heat	0	543	481	735	947	843	919	1078	1248	1381	1520	1330	1448	1443
Water Heating	799	1247	1286	1311	1306	1408	1425	1463	1483	1447	1443	1438	1432	1436
Cooking	171	201	213	214	215	220	220	220	219	218	215	213	212	213
Lighting	240	334	414	405	428	517	485	507	529	551	573	612	612	611
Refrigeration	81	209	277	307	325	397	382	421	433	435	430	428	419	413
Other Appliances	179	213	246	379	379	377	443	399	404	432	449	441	493	510
PER DWELLING CONSUMPTION, kWh														
Lighting	568	601	618	608	604	595	589	586	578	574	564	556	553	558
Refrigeration	800	1000	1200	1150	1200	1400	1300	1350	1400	1450	1500	1600	1600	1600
Other Appliances	270	627	803	871	911	1077	1024	1123	1145	1144	1125	1118	1094	1082

\*Includes water heated in clothes- and dish- washers

\*\* Excludes electricity for water heated in clothes- and dish-washers

NORWAY RESIDENTIAL ELECTRICITY	1960	1970	1973	1975	1976	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
SPACE HEATING CC, GWH	2222	5517	6135	7468	7885	9640	9853	10925	12686	13935	14816	14360	16080	16515
Climate index	1.019	1.059	0.989	0.926	1.044	1.085	1.061	1.056	0.982	0.936	0.945	1.107	1.040	1.062
SPACE HEATING, GWH	2264	5843	6070	6914	8235	10463	10456	11537	12458	13048	14004	15902	16716	17546
- Principal, Gwh	889	3611	4186	4186	4250	6740	6472	6870	7417	7711	8056	9787	10444	11146
Saturation, %	16.1%	24.9%	31.7%	34.6%	35.5%	38.2%	39.7%	45.3%	48.6%	50.5%	53.7%	56.8%	58.0%	59.0%
Use per household, Kwh	5136	11180	9624	8544	8333	11743	10698	9857	9810	9626	9477	10802	11291	11844
- Secondary, Gwh	1375	2232	1884	2727	3985	3722	3983	4667	5042	5337	5948	6115	6271	6400
Saturation, %		57.4%				46.6%				44.6%				
Use per household, Kwh		3000				5318				7624				
WATER HEATING,GWH TANKS	2764	4462	4657	4783	4772	5155	5222	5389	5472	5327	5332	5325	5318	5321
Saturation, %	70.0%	85.0%	87.8%	89.2%	89.4%	89.9%	90.5%	91.5%	93.0%	94.0%	94.5%	95.0%	95.9%	0.96
Use per household, Kwh	3673	4047	3881	3796	3714	3818	3786	3827	3782	3612	3567	3526	3475	3475
COOKING STOVES, GWH	611	780	845	859	868	894	897	902	900	900	892	884	882	890
Saturation, %	74.4%	92.5%	96.6%	97.3%	97.4%	99.2%	99.3%	99.3%	99.5%	99.7%	99.5%	99.4%	99.7%	0.998
Use per household, Kwh	764	650	640	625	620	600	593	590	581	575	566	560	555	554
LIGHTING, GWH	860	1297	1640	1625	1724	2103	1981	2078	2178	2275	2373	2542	2552	2552
Use per household, Kwh	800	1000	1200	1150	1200	1400	1300	1350	1400	1450	1500	1600	1600	1600
APPLIANCES, GWH w Hwater	1029	2013	2510	3225	3331	3731	3969	3972	4072	4225	4277	4258	4448	4531
Use per household, Kwh		1552	1836	2282	2318	2484	2604	2581	2617	2693	2704	2679	2789	2841
of Which:		1286	1611	1784	1889	2311		2459		2571		2554		
TOTAL REFRIGERATION	161	362	432	440	454	578		640	691	687		686	660	
Use per Household, Kwh														
REFRIGERATORS, GWH														
Saturation, %	0.5	74.5%	79.0%	79.0%	79.0%	77.0%		77.0%	74.0%	73.0%		72.0%		
Use per appliance, Kwh	300	375	400	400	400	500			600	600		600		
FREEZERS, GWH	129.0	413.1	584.4	674.7	722.1	849.8		882.6	875.3	882.6		845.3	835	
Saturation, %	0.2	45.5%	57.0%	63.7%	67.0%	73.0%	? ->	74.0%	75.0%	75.0%		76.0%		
Use per appliance, Kwh	600	700	750	750	750	775		775	750	750		700		
COMBI, GWH		37.3	82.0	116.7	133.4	189.3	205.7	205	215.0	225.0		244.7	250.0	
Saturation, %		5.0%	10.0%	14.0%	16.0%	18.0%	0.2	22.0%	23.0%	25.0%		28.0%		
Use per appliance, Kwh		575	600	590	580	700	675	650	625	600		550		
CLOTHES WASHERS, GWH		460.4	492.1	516	531.7	599.3		604		627.6		626.5		
Saturation, %		71.0%	72.0%	73.0%	74.0%	76.0%		77.0%	79.0%	80.0%		83.0%		
Use per appliance, Kwh		500	500	500	500	525		510		500		475		
Of Which Hot Water		425	425	425	425	436				415		394		
DISHWASHERS, GWH		13.0	20.5	37.1	47.4	94.6		127		149.1		151.0		
Saturation, %		2.0%	3.0%	0.05	6.0%	12.0%		16.0%	17.0%	19.0%		20.0%		
Use per appliance, Kwh		500	500	525	550	525		515		500		475		
of which Hot Water		425	425	446	468	446				425		404		
CLOTHES DRYERS, GWH		116.7	164.0	171.0	165.3	187.8				251.0		262.2		
Saturation, %		15.0%	20.0%	0.22	23.0%	25.0%		30.0%	0.31	32.0%		33.0%		
Use per appliance, Kwh		600	600	550	500	500				500		500		
Hot Water in Washers, GWH	97.2	375	436	475	492	578	600	610	630	648	640	648	650	675
REMAINING APPLIANCES, GWH		610.1	734.6		1277.3	1231.6		2244.7		1402.5		1441.5		

## SVERIGE

Hushållens totala elförbrukning i Sverige finns inte fastlagd entydigt i någon officiell statistik för landet. **El- och fjärrvärmestatistik** som publiceras årligen av Statistiska Centralbyrån<sup>19</sup>, och opublicerade data från Vattenfall visar elförbrukningen för jordbruksfastigheter och övriga fastigheter, med och utan elvärme. Dessutom indelas förbrukarna i enfamiljshus och flerfamiljshus, med individuella eller kollektiva elmätare. Det är alltså många förbrukargrupper som måste summeras. Schipper (1984)<sup>20</sup> och Carlsson (1984 och 1989)<sup>21 22</sup> har tagit fram metoder för att summera förbrukningen i enfamiljshus, flerfamiljshus, servicehus och jordbruk (med avdrag för uppskattad förbrukning för maskiner i jordbruket, enligt Schipper (1984)). Vi har dessutom inkluderat elförbrukning i gemensamhetsutrymmen i hyreshus (50% av "fastighetsförvaltningen", vilket motsvarar den andel som faller på hushållen), dvs belysning, hissar, tvättmaskiner osv., som i större hus oftast registreras på en enda elmätare. Denna förbrukning som ingår i totalförbrukningen registreras under rubriken hushållsmaskiner, men innefattar förmodligen även en del lokaluppvärmning. Våra uppskattningar av totalförbrukning ligger mycket nära de värden som Statens Vattenfallsverk redovisar (med samma indelning av förbrukarna), varför vi anpassade våra slutsiffror en aning emot deras värden.

Befolkningssiffrorna kommer från SCB. Det totala antalet bostäder har beräknats av Carlsson, utifrån reviderade folkräkningsdata för 1975, 1980 och 1985. (Detta antal är något större än antalet bebodda bostäder eller hushåll, eftersom några hyreslägenheter står outhyrda, men detta fel är obetydligt, i storleksordningen 2 - 3% av totala antalet bostäder). Graddagar togs från SCB (med bas 17°C, ca 9 månaders uppvärmningsperiod) och justerades uppåt till 18°C genom multiplikation av 1 grad med 250 dagar. Bostadsyta beräknas i **Energistatistik** från 1978 och framåt (småhus, eller SFD) och från 1983 och framåt (flerbostadhus, eller MFD)<sup>23 24</sup>, uppdelat på bränsleslag, men uppskattningar av boyta för elvärmdda hus har hämtats från Carlsson när det gäller tidigare år.

Schipper (1984) räknade fram noggranna energibalanser för hushållssektorn för 1972, 1975, 1978-82. Dessa balanser uppdaterades till 1983-87. Basen för dessa beräkningar är **Energistatistik**

Eftersom en stor del av denna uppsats koncentreras på Sverige, som ingick i den första rapporten för International Energy Agency, har kommentarerna om Sverige, inklusive material om energibesparingspotential, framtagits särskilt, med extra dokumentation i slutet.



för 1978 och framåt, och beräkningar enligt Schipper (1984) för de tidigare åren. Annan information hämtades i en serie marknadsundersökningar som genomförts av och för SM-avdelningen i Statens Vattenfallsverk.<sup>25</sup> För 1972 modifierades siffrorna i Schipper (1984) i enlighet med nyare uppgifter från Carlsson (1989). Förbrukning för uppvärmning och varmvatten extrapolerades sedan till 1973, med hjälp av en översikt från Vattenfall som omfattar 1973. För 1978 och 1982 användes siffrorna från Schipper, med smärre ändringar utgående ifrån Vattenfalls siffror. För 1987 bestämdes sammanlagd förbrukning av Schipper utgående från Malinens nya uppdelade siffror och Vattenfalls preliminära marknadsundersökning. Eftersom beräkningarna var provisoriska gjorde vi också en detaljerad fördelning för 1985, ett år med mer information tillgänglig. De stora osäkerheterna i data senare än 1982 är betydelsen av sekundär "dold" bostadsuppvärmning.

### **Bostadsuppvärmning.**

Primär bostadsuppvärmning omfattar de flesta hushåll med elvärme (inklusive de som förmodligen använder en del ved dessutom), men det fanns ett icke obetydligt antal som enligt **Energistatistik** som förmodades använda elvärme sekundärt, med ved och olja som energikällor förutom el. Den totala elförbrukningen för primär elvärme togs från Schipper (1984) och extrapolerades till 1973 utgående från förändringar i antalet hus med elvärme och i det genomsnittliga antalet graddagar. För 1978 och framåt hämtades de olika grupperna av elförbrukare ur **Energistatistik för småhus**. De SFD som endast hade elvärme, samt 90% av dem som använde el plus ved, ansågs ha primär elvärme, och övriga hushåll som redovisat elvärme ansågs använda el som sekundär värmekälla, vilket avspeglas i den avsevärt lägre genomsnittliga förbrukningen för dessa "sekundärförbrukare". För 1978, 1982 och 1985/86 beräknades antalet nya hus som använde någon form av el för uppvärmning men inte hade inräknats i undersökningen utifrån nybyggnadsstatistiken och adderades till totalantalet. När det gäller MFD ansågs alla med elvärme som "primärförbrukare" fram till 1982, men efter 1983 fördelades de som enligt undersökningen hade både olja och el så att de med värmepumpar hänfördes till primärgruppen och olja och direktelement räknades till gruppen med kompletteringselvärm.

Från den genomsnittliga förbrukningen för varje typ av bostad med elvärme subtraherade vi den antagna förbrukningen för matlagning och hushållsmaskiner (se nedan), så att bostadsuppvärmning och varmvattenberedning återstod. (Dessa två förbrukningssektorer brukar slås samman när energikällan är el.) Genomsnittsförbrukningen för varje grupp av förbrukare multiplicerades med det totala antalet förbrukare för att få den totala förbrukningen för uppvärmning och varmvattenberedning för SFD och MFD. Subtraktion med varmvattenberedningen ger uppvärmningsförbrukningen. Utgående från litteraturstudierna i Schipper (1984) och Carlssons arbete

gjorde vi en uppskattning av vattenuppvärmningsförbrukningen som låg nästan 500 kWh/år högre än Vattenfalls. Våra siffror för förbrukning för bostadsuppvärmning ligger följaktligen lägre än dem som Vattenfall anger, med ungefär samma energimängd per hushåll med elvärme.

I Sverige har sekundäruppvärmning med el stor betydelse. Kombinationen el-olja eller el-ved-olja har hänförts till sekundär elvärme, oavsett om elektriciteten används i direktverkande element eller i en elpatron i värmepannan. Den totala förbrukningen i andra enfamiljsfastigheter än jordbruk kan erhållas ur **Energistatistik**. För jordbruk redovisas inte förbrukningen, varför denna måste beräknas utgående från jämförelser med förbrukningen i hushåll på andra fastigheter, och från den redovisning av jordbrukens förbrukning som redovisas i SCBs **El- och fjärrvärmestatistik**. Förbrukningen för matlagning, varmvattenberedning och hushållsmaskiner måste dras bort. På detta sätt får man fram en rest som kan hänföras till bostadselvärme och/eller varmvattenberedning. Siffrorna för spridningen av små bärbara element har bara funnits för några få år, och dessa har ingen större betydelse. Vattenfall har bara gjort en beräkning av genomsnittlig förbrukning för 1978.

För 1986 beräknade vid beståndet av bostäder med elvärme uppdelat på typ av anläggning (direktverkande element, värmepanna, värmepump, kombinationer med bränslen) utgående från **Energistatistik**. Vi hade inga uppgifter om uppvärmning och lagring nattetid, men vissa leverantörer har lägre nattaxor. Vi bedömer att det kan vara så mycket som 50 000 villor som utnyttjar en sådan nattaxa.

#### **Varmvattenberedning, matlagning, belysning och hushållsmaskiner.**

**Varmvattenberedning.** Schipper (1984) gjorde bedömningen att alla hushåll med primär elvärme också hade elektrisk varmvattenberedare. (Vattenfalls undersökning från 1985 stödjer denna bedömning.)<sup>26</sup> Schipper använde data om spridningen av varmvattenberedare med tank för att beräkna antalet hushåll som har elektrisk varmvattenberedning men inte har primär elvärme.

Man vet inte särskilt mycket om förbrukningen av varmvatten i Sverige. Energiberedskapsutredningen (1975)<sup>27</sup>, Energikommissionen (1977)<sup>28</sup> samt Anderlind *et al.* (1980)<sup>29</sup> har data för ospecificerade år och bostadstyper. Genomsnittlig förbrukning beräknades mest nyligen av Carlsson, med en formel som sammankopplar elförbrukning och hushållsstorlek. Hans formel är

$$\text{energiförbrukning (i MWh)} = (4,3 + (0,65 \cdot (\text{hh} - 3) / 0,9));$$

där hh är hushållets storlek och 0,9 är kvoten mellan energimängd i det varma vattnet och elförbrukning för varmvattenberedning, dvs

verkningsgraden. Med hans beräkningar (utgående från hushållsstorlekar i SFD och MFD separat) och spridningssiffrorna från Vattenfalls undersökningar adderades elförbrukningen i varmvattenberedare i MFD och SFD var för sig. Genomsnittsförbrukningen som redovisas gäller bara tankberedare.

I princip ingår i Carlssons formel vatten som värms i disk- och tvättmaskiner, eftersom hushåll som saknar dessa maskiner ändå använder varmvatten för samma syfte. Eftersom nästan alla tvättmaskiner är anslutna till kallvatten (A Horowitz, Konsumentverket, pers. medd., 1988) gjordes en justering av Carlssons siffror för vatten värmt i maskiner. Dessa siffror om vattenvärmning byggde på data från Vattenfall om genomsnittlig förbrukning i sådana maskiner, med antagandet att ca 80% av genomsnittsförbrukningen för tvättmaskiner åtgår till vattenvärmningen. För diskmaskiner anger Horowitz att ca 90% av dagens maskiner är anslutna till varmvattnet, och han bedömer att ca 95% av dem som användes 1973 gick på varmvattenledningen. Följaktligen värmer varmvattenberedaren bara vatten för resterande maskiner, och elförbrukningen för denna vattenvärmning uppskattades och inkluderades i den totala varmvattenberedningen. För 1986 gjorde vi en grov uppskattning av andelen hushåll med tankberedare i förhållande till hushåll med värmepanna som även står för husuppvärmningen. Därutöver finns ca 35 000 SFD (och ett stort antal MFD) som har värmepumpar som utnyttjar värmen i ventilationsluften.

**Matlagning.** När det gäller matlagning erhöles data om spridning från Vattenfalls undersökningar 1973, 1975, 1979, 1982 och 1985, samt från "Hushållens energianvändning" (HEA, 1978-1981)<sup>30</sup>. Vi fick siffror om genomsnittlig förbrukning från Vattenfall, Konsumentverket och FERA för 1973, och från Vattenfall för 1978. För 1982 och 1985/86 viktade vi Vattenfalls siffror för SFD och MFD för att få genomsnitt för alla hushåll. Mättningsgraden av mikroågsugnar bedömdes 1985 ligga strax under 3% och 1988 över 12% (Malinen, Vattenfall, pers. medd., baserat på försäljnings-siffror).

**Belysning.** Vattenfall beräknade elförbrukning för belysning 1978, 1982 och 1985, och Energiberedskapsutredningen gjorde en liknande beräkning för 1973. Denna siffra innefattar inte gemensamma utrymmen i hyreshus (en del av posten "fastighetsförvaltning"). Vi tror att detta skulle tillföra ca 25 kWh/MFD, eller 0,5 TWh, till förbrukningen för belysning.

**Elektriska hushållsmaskiner.** Den totala förbrukningen av el för maskiner och elspisar erhöles från uppgifter om elförbrukning i MFD resp SFD utan elvärme. Dessa uppgifter erhöles i El och fjärrvärmestatistiken för 1972 och framåt, och i Energistatistik för småhus från 1978 och framåt. Från dessa siffror subtraherade

vi förbrukningen för elspisar för att erhålla siffror för hushållsmaskiner totalt över alla typer av bostäder. Vattenfalls beräknade siffror för belysning per hushåll subtraherades sedan för att få fram el för hushållsmaskiner. Genomsnittsförbrukning för olika typer av maskiner hämtades från Vattenfalls översikter.<sup>51</sup> För 1982, 1985 och 1987 tog vi viktade medelvärden för genomsnittskonsumtion och spridning i SFD resp MFD, medan Vattenfall för tidigare år inte gjort skillnad mellan olika bostadstyper. Slutligen subtraherades elförbrukningen för värmning av vatten i disk- och tvättmaskiner från den för hushållsmaskiner. **Spridningsdata är andel av hushåll som har tillgång till maskinen, utom för kyl- och frysutrustning, där data avser diffusionen, alltså antalet enheter per 100 hushåll, dividerat med 100.**

För kyl- och frysutrustning har M Malinen på Vattenfall (pers. medd.) gjort en modell som beräknar antalet kylskåp, kylochfrys-skåp och frysar för resp år, uppdelat efter tillverkningsåret för resp enhet. Med beräkningar av genomsnittlig förbrukning för varje års nytillverkade enheter kunde Malinen få fram en historisk serie av antal enheter, förbrukning per enhet och total förbrukning. Han tog också hänsyn till flerenhetsägande. I vår tabell ingår flerägande, redovisat som antalet enheter per hushåll. Spridningen av kylutrustning (dvs andelen av hushållen som har minst en enhet) 1973, 1978, 1983, 1985 och 1987 var 88%, 82%, 80%, 79% resp 79%. Spridningen av frysar var 40%, 48%, 55%, 61,6% resp 62,5%.

Vi tog hänsyn till Vattenfalls beräkningar av elförbrukning för diskmaskiner, tvättmaskiner och torkutrustning för tvätt. För tvätt och torkning av kläder beräknar vi att 1982 resp 1985/86 ca 25% av familjerna i flerfamiljshus hade tillgång till gemensam utrustning för tvätt och tork, och denna energiförbrukning ingår i elförbrukning för hushållssektorn (siffrorna innebär en 30-procentig ökning av den totala elförbrukningen). Vi räknade därför med den elektricitet som dessa hushåll använde för tvätt och tork som om de använt maskinerna i sina egna bostäder. (Undersökningarna 1973 och 1978 tillfrågade hushållen om de hade tillgång till denna utrustning, medan senare undersökningar bara frågade om denna utrustning fanns i bostaden.) Vi använde Vattenfalls siffror för spridningen och gör uppskattningar av förbrukningen för bastu, motorvärmare och cirkulationspumpar i SFD, eftersom dessa förbrukningssektorer stod för 0,9 TWh år 1986.

#### KÄLLOR

Större delen av källorna till data för Sverige finns publicerade. Vi vill dock redovisa en hel del opublicerade uppgifter (enligt lista i Schipper (1984)), och en del beräkningar från experter på Vattenfall, och framförallt från Lars-Göran Carlsson, PREDECO, Stockholm, som vänligen ställt uppgifter till förfogande som uppdaterar hans publicerade arbeten. G Larsson på Vattenfall har



gett oss viktiga korstabuleringsunderlag för spridning av hushållsmaskiner och värmesystem från Vattenfalls undersökningar av 1971, 1973, 1975 och 1979, vilka utnyttjades i Schipper (1984).

SWEDEN RESIDENTIAL ELECTRICITY USE	1970	1973	1975	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
Population, 10e3	7994	8067	8192	8275	8294	8310	8266	8258	8290	8335	8350	8370	8398
Occupied Dwellings/HH 10e3	3093	3266	3375	3486	3517	3552	3575	3592	3615	3640	3672	3667	3661
Dwelling Stock, 10e3	3152	3266	3485	3596	3621	3672	3666	3722	3747	3789	3821	3856	3875
TOTAL ELECTRICITY USE, GWH	11960	15166	17336	22453	24053	24266	25434	27622	29102	31775	36726	37232	37597
Climate Index	1.079	0.968	0.876	1.037	1.064	1.054	1.019	0.967	0.911	0.928	1.134	1.070	1.170
Climate Corrected, GWH	11775	15296	18065	22149	23490	23789	25242	28028	30355	32939	34403	35937	34684
Per Capita, KWH	1473	1896	2225	2672	2862	2892	3070	3353	3700	4011	4104	4278	4105
Per Dwelling, KWH	3807	4684	5353	6354	6679	6697	7061	7804	8398	9049	9369	9799	9475
END USES, GWH													
Main Heat, GWH, Uncorr	2065	3306	4518	7432	8324	8299	8910	10540	11451	13525	17304	17453	18024
Secondary Heat, GWH, Uncorr	453	614	646	986	1049	1057	1261	1256	1343	1585	2365	2345	2026
Total Heating, GWH, CCorr	2333	4050	5894	8114	8810	8879	9978	12201	14046	16274	17346	18502	17136
Water Heating, GWH*	1243	1952	2201	2817	2956	3064	3247	3584	3929	4212	4493	4669	4949
Cooking, GWH	1854	1943	1982	2084	2067	2016	2056	2058	2054	2043	1984	1906	1834
Lighting, GWH	1547	1796	1823	2179	2216	2273	2288	2286	2295	2319	2352	2347	2416
Refrigeration, GWH	3800	4309	4600	4925	4950	5000	4900	5041	4750	4600	4586	4649	4130
Other Appliances, GWH**	999	1246	1566	2030	2491	2557	2772	2857	3280	3491	3643	3864	4218
SHARES, % (CCorr)	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
Main Heat	16.2%	22.3%	28.5%	32.3%	33.3%	33.1%	34.6%	38.9%	41.4%	44.2%	44.4%	45.4%	44.4%
Secondary Heat	3.6%	4.1%	4.1%	4.3%	4.2%	4.2%	4.9%	4.6%	4.9%	5.2%	6.1%	6.1%	5.0%
Water Heating*	10.6%	12.8%	12.2%	12.7%	12.6%	12.9%	12.9%	12.8%	12.9%	12.8%	13.1%	13.0%	14.3%
Cooking	15.7%	12.7%	11.0%	9.4%	8.8%	8.5%	8.1%	7.3%	6.8%	6.2%	5.8%	5.3%	5.3%
Lighting	13.1%	11.7%	10.1%	9.8%	9.4%	9.6%	9.1%	8.2%	7.6%	7.0%	6.8%	6.5%	7.0%
Refrigeration, %	32.3%	28.2%	25.5%	22.2%	21.1%	21.0%	19.4%	18.0%	15.6%	14.0%	13.3%	12.9%	11.9%
Other Appliances	8.5%	8.1%	8.7%	9.2%	10.6%	10.7%	11.0%	10.2%	10.8%	10.6%	10.6%	10.8%	12.2%
* Main water heat, washers/dishwashers													
AVG ANNUAL GROWTH RATES, %	'63-70	70-73		'73-78				'78-82				82-87	73-87
Space Heat (all)	51.3%	20.2%		14.9%				10.7%				7.0%	10.9%
Water Heating*	19.3%	16.2%		7.6%				6.2%				6.7%	6.9%
Cooking Stoves	3.1%	1.6%		1.4%				-0.3%				-2.3%	-0.4%
Lighting		5.1%		3.9%				1.2%				1.1%	2.1%
Refrigeration		4.3%		2.7%				0.6%				-3.9%	-0.3%
Other Appliances**	7.9%	7.6%		10.3%				8.9%				8.1%	9.1%
PER CAPITA CONSUMPTION, kWh, CC													
Main Heat, kWh, CCorr	239	423	635	864	953	957	1063	1304	1533	1774	1821	1942	1823
Secondary Heat, kWh, CCorr	53	79	91	115	120	122	151	155	180	208	249	261	205
Water Heating, kWh *	155	242	271	340	360	372	395	429	479	513	536	556	586
Cooking, kWh	232	241	244	252	252	245	250	246	250	249	237	227	217
Lighting, kWh	193	223	224	263	270	276	278	274	280	282	281	279	286
Refrigeration, kWh	475	534	567	594	603	608	596	603	579	560	547	553	489
Other Appliances, kWh	125	154	193	245	303	311	337	342	400	425	435	460	499
PER OCCUPIED DWELLING CONSUMPTION, kWh													
Lighting	500	550	540	625	630	640	640	636	635	637	640	640	660
Refrigeration	1229	1320	1363	1413	1407	1408	1371	1403	1314	1264	1249	1268	1128
Other Appliances**	323	381	464	582	708	720	775	796	907	959	992	1054	1152

19b

\* Includes water heated in clothes- and dish-washers

\*\* Excludes water heated in clothes- and dish-washers

SWEDEN RESIDENTIAL ELECTRICITY USE	1970	1973	1975	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
SPACE HEATING, CC, GWH	2333	4050	5894	8114	8810	8879	9978	12201	14046	16274	17346	18502	17136
Climate Index													
SPACE HEATING, GWH	2518	3920	5164	8418	9373	9357	10171	11796	12794	15111	19668	19798	20049
- Principal, GWH	1913	3416	5156	7164	7824	7876	8741	10903	12572	14567	15260	16311	15405
Saturation, %	4.8%	7.9%	10.2%	14.2%	15.2%	16.1%	17.2%	19.3%	21.7%	23.7%	25.4%	26.8%	27.5%
Use per Dwelling, MWH	13.38	12.56	14.21	13.52	13.40	12.46	12.82	12.05	12.80	13.55	12.01	11.96	ERR
- Secondary, GWH	420	635	737	950	986	1003	1237	1299	1474	1708	2086	2191	1731
Saturation, %	1.9%	2.8%	3.2%	3.9%	4.1%	4.2%	5.5%	7.9%	8.4%	9.0%	10.0%	8.7%	9.8%
Use per Dwelling, MWH	5.43	5.85	5.97	7.22	7.27	6.99	6.28	4.34	4.33	4.77	6.31	7.14	5.49
WATER HEATING, GWH, TANKS	743	1129	1421	1937	2046	2164	2347	2706	3054	3352	3615	3833	4100
Saturation, %	5.7%	8.8%	11.3%	15.4%	16.3%	17.3%	18.9%	21.6%	24.2%	26.3%	28.4%	29.9%	31.2%
Use per Dwelling, MWH	4.21	3.92	3.73	3.62	3.57	3.52	3.48	3.49	3.49	3.49	3.50	3.50	3.58
COOKING RANGE, GWH	1854	1943	1982	2084	2067	2016	2056	2058	2054	2043	1984	1906	1834
Saturation, %	83.0%	85.0%	87.0%	92.0%	92.0%	90.0%	92.0%	92.2%	0.93	0.94	94.0%	94.5%	93.3%
Use per Dwelling, (kWh)	722	700	675	650	639	631	625	622	611	597	575	550	537.03
LIGHTING, GWH	1547	1796	1823	2179	2216	2273	2288	2286	2295	2319	2352	2347	2416
Use per Dwelling, kWh	500	550	540	625	630	640	640	636	635	637	640	640	660
APPLIANCES, GWH, With Washer Water	5299	6378	6946	7835	8351	8457	8572	8776	8905	8951	9069	9348	9198
Use per Dwelling, kWh	1713	1953	2058	2248	2374	2381	2398	2444	2464	2459	2470	2549	2513
of which :		5476		6385				6519			6043	6048	5482
TOTAL REFRIGERATION, GWH	3800	4309	4600	4925	4950	5000	4900	4864	4750	4600	4408	4421	3902
Use per Dwelling, kWh		1320		1370				1354			1200	1206	1066
REFRIGERATORS, GWH		1666		1780				1584			1316	1309	1189
Diffusion, %	94.0%	91.1%	0.9	88.8%				86.1%			85.9%	86.0%	80.9%
Use per appliance, (kWh)		560		575				512			417	415	401
FREEZERS, GWH		2408		2536				2620			2431	2425	2073
Diffusion, %	46.4%	55.0%	65.0%	60.6%				68.5%			75.4%	76.0%	73.3%
Use per appliance, (kWh)		1340		1200				1065			877	870	773
COMBI, GWH		235		458				660			661	687	639
Saturation, %		6.6%	10.0%	14.3%				21.6%			23.2%	24.5%	24.6%
Use per dwelling, kWh		1100		920				850			775	765	709
CLOTHESWASHERS, GWH		963		1052				1057			1020	1014	1031
Saturation, %	44.0%	59.0%	0.62	71.0%				78.5%			78.4%	79.0%	80.5%
Use per Dwelling, (kWh)		500		425				375			354	350	350
of which hot water		425		351				300			283	280	280
DISHWASHERS, GWH	50	108		230				313			293	298	307
Saturation, %		11.0%		22.0%				30.1%			28.4%	29.5%	29.9%
Use per Dwelling, (kWh)		300		300				290			281	275	280.54
of which hot water		12.5		15				30			22.5	22.5	22.5
CLOTHESDRYERS, GWH		96		178				284			322	315	242
Saturation, %		9.0%		17.0%				35.1%			38.4%	40.0%	27.3%
Use per Dwelling, (kWh)		325		300				226			228	215	242.57
Hot Water in Cl, Di, GWH	500	823	780	879	910	900	900	878	875	860	840	836	850
Washers, Dryers excl HW, GWH		343		580	0	0	0	777	0	0	795	791	731

1. L Schipper, 1984: **Internationell jämförelse av bostädernas energiförbrukning**. R131:1984. Stockholm: Statens Råd för Byggnadsforskning. Se även L Schipper, 1984: **Residential Energy Use and Conservation in Sweden**. i Energy and Buildings (februari).
2. G Ettesöl och J Lund, 1981: **Energibesparing för husholdningsapparater**. 1/1981. Oslo: Nordisk Ministerraad.
3. J Möller, 1986: **Elbesparelser i boligesektorn**. Lyngby: DEFU.
4. D Poleszynski, 1978: **Energibruk i husholdning. Arbeidsrapport april 1978**. Oslo: Statens institut for forbrugsforskning.
5. A Ljones, 1985: **Energiundersökelsen**. Oslo: Statistisk Sentralbyraa.
6. B Grinde, 1988: **Analyse av energiforbruket 1976-1986 i boligsektor. ENOK och reelle forklaringsfaktorer**. Trondheim: Elektrisitetsforsynings Forskningsinstitutt A/S.
7. L G Carlsson, 1989: **Energianvändning och strukturomvandling i byggnader 1970 - 1985**. R22:1989; samt L G Carlsson, 1984: **Energianvändning i bostäder och lokaler**. R132:84. Stockholm: Byggnadsforskningsrådet.
8. S E Sörensen, 1977: **Energiforbruk till varmtvann**. Not 501.2W62, 19.4.77. Oslo: NBI.
9. Dansk Elvaerkeres Forening ger ut en årlig analys av produktion och förbrukning, samt en årlig "Ti aars oversigt", där våra uppgifter har hämtats.
10. J Möller, 1981: **Danmarks elforbrug frem mod 1990**. Lyngby: DEFU.
11. L Schipper, 1983: **Residential Energy Use and Conservation in Denmark**. Energy Policy, december.



12. J Möller, 1987: **Elbesparelser i boligsektorn**. Teknisk rapport 258. Lyngby: DEFU.
13. L Nielsen, 1988: **Elforbrug: Udvikling, sammensætning og perspektiver**. Köpenhamn: AKFs Forlag.
14. S-E Sörensen, 1985: **Boligers energiforbruk og energikostnader**. Oslo: Norges byggforskningsinstitutt.
15. L Schipper, R Howarth och D Wilson, 1989: **A Long Term Perspective on Norwegian Energy Use**. LBL-27295. Berkeley: Lawrence Berkeley Laboratory.
16. D Poleszynski, 1978: **Energibruk i husholdning. Arbeidsrapport april 1978**. Oslo: Statens Institutt for Forbrugsforskning.
17. A Ljones, 1988: **Utvikling av energiforbruket 1976 - 1985**. Rapport till Olje- och Energidepartementet. Flataasen: Energidata 1988.
18. B Grinde, 1988: **Analyse av energiforbruket 1976 - 1986 i boligsektor. ENOK och reelle forklaringsfaktorer**. Trondheim: Elektrisitetsforsynings Forskningsinstitutt A/S.
19. SCB, 1972 - 1989: **El- och fjärrvärmestatistik**. Stockholm: Statistiska Centralbyrån.
20. L Schipper, 1984: **Internationell jämförelse av bostädernas energiförbrukning**. R123-1984. Stockholm: Byggforskningsrådet.
21. L G Carlsson, 1984: **Energianvändning i bostäder och lokaler**. R123-1984. Stockholm: Byggforskningsrådet.
22. L G Carlsson, 1989: **Energianvändning och strukturomvandling i byggnader 1970 - 1985**. R22:1989. Stockholm: Byggforskningsrådet.

23. G Björk, 1978: **Energistatistik för småhus.** E16SM-serien. Stockholm: SCB.

24. K Pettersson, 1977: **Energistatistik för flerfamiljshus.** Stockholm: SCB.

25. T ex i G Larsson et al., 1984: **Elkonsumtionen i Sverige 1982 - 1985.** Stockholm: Kraftsam. Kraftsams föregångare, Centrala Driftledningen, samordnade ett liknande försök som även innefattade data från 1978 för hushållsmaskiner. Vattenfall tillhandahöll sina uppdaterade uppskattningar från 1985 för elförbrukning för hushållsmaskiner. Andra undersökningar gjordes tidigt på 70-talet och 1979/1989 (med 1978 som bas).

26. Anon, 1987: **Mätning av hushållens elkonsumtion, uppdelad på de viktigaste elapparaterna.** SM-MM2128/1. Stockholm: Vattenfall. Se även de tidigare marknadsprognoserna från Vattenfall och Kraftsam, samt Kraftsams årliga undersökningar rörande enfamiljshus.

27. Energiberedskapsutredningen, 1975: **Energiberedskap för kristid.** SOU: 1975:60,61. Stockholm: Liber Förlag, I avsnitt 3.4.5 och 3.5.5 behandlas fler- resp enfamiljshus.

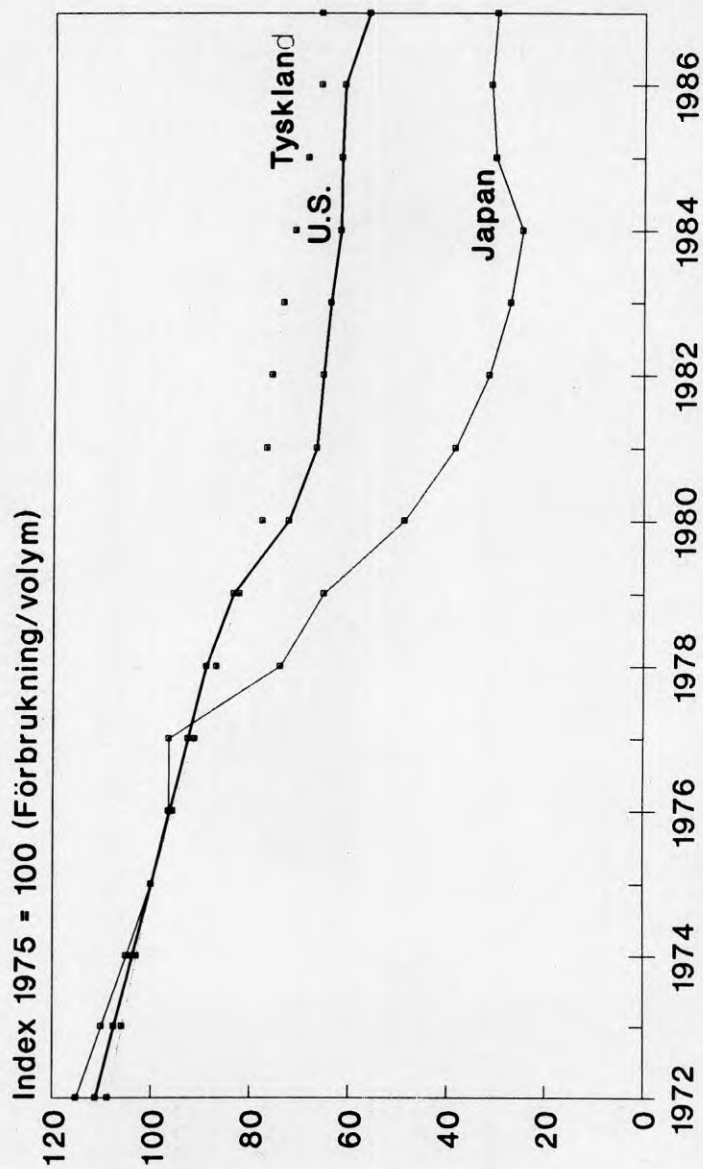
28. I Höglund et al., 1977: **Energibehov för bebyggelse. Hushållningsmöjligheter.** DsI 1977:13. Stockholm: Industridepartementet.

29. G Anderlind et al., 1980: **Energispareffekter i bostadshus där åtgärder genomförts med statligt energisparstöd.** DsBo: 1980:8. Stockholm: Bostadsdepartementet.

30. J Lille, 1978: **Hushållens energianvändning (HEA).** Stockholm: SCB.

31. L G Carlsson, 1980: ERA, v. 2.

Figur 1. Elintensitet för kylskåp  
nya modeller 1972 - 1987

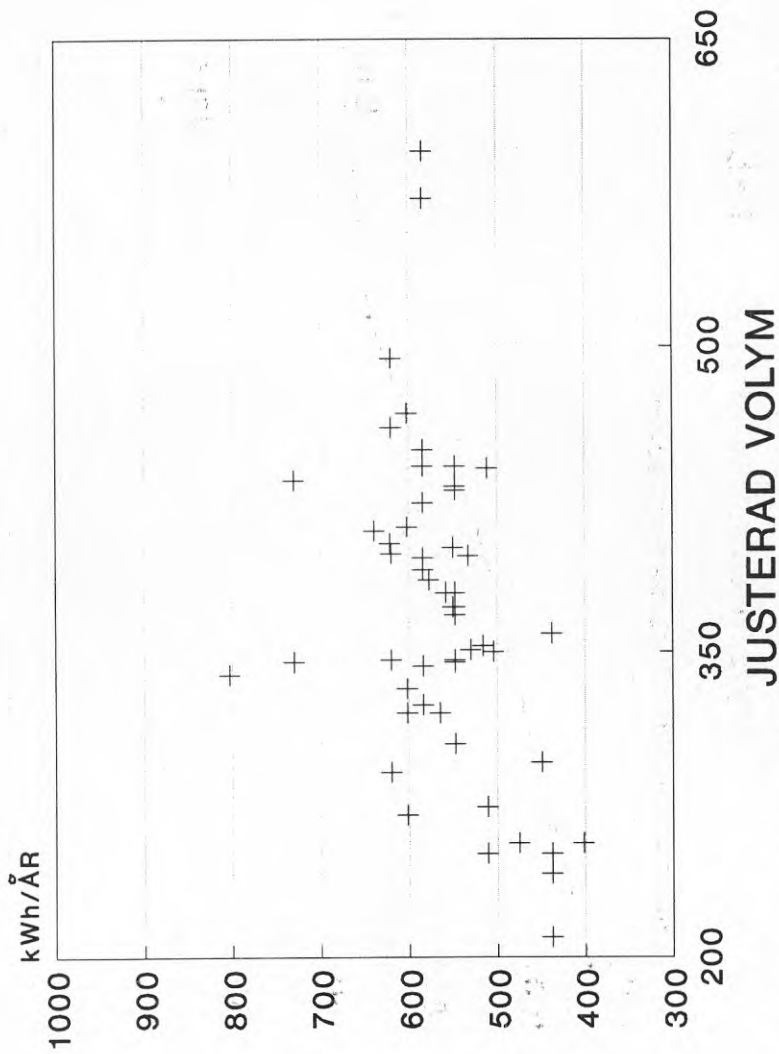


Tyskland: 1-dörr, 250 liter

U.S.: 2-dörr, 630 liter, kyl + frys, avf

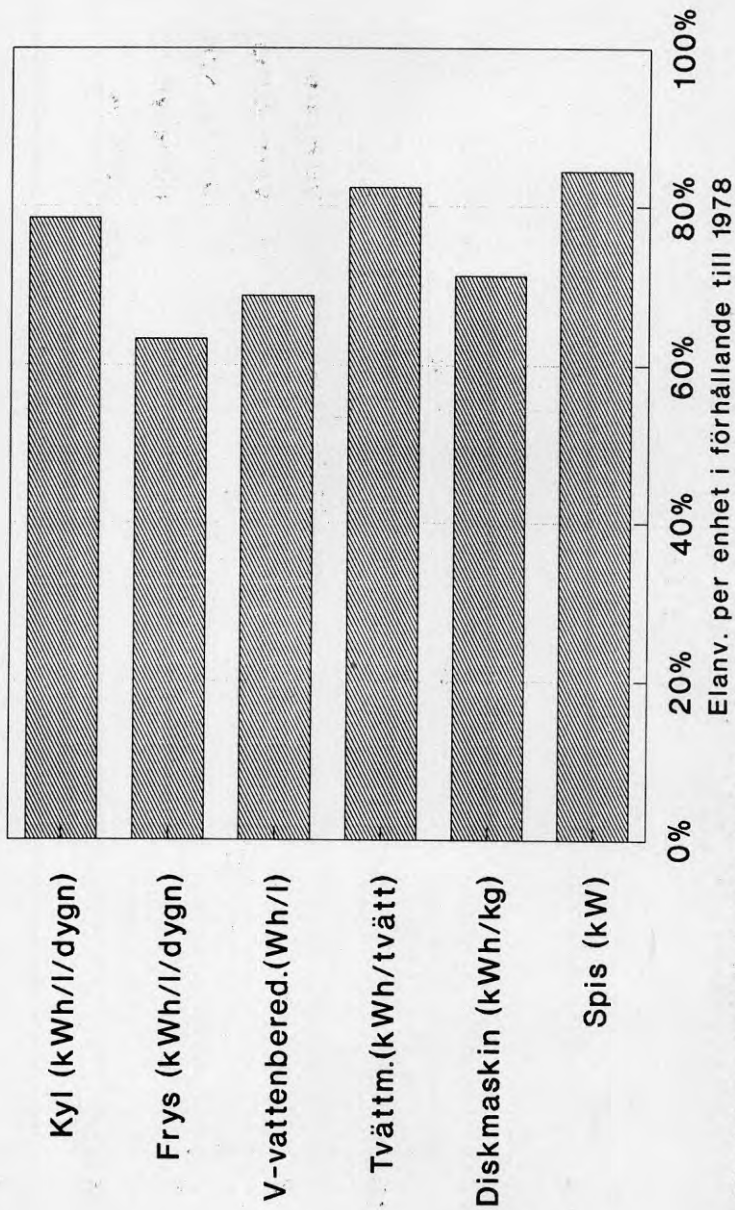
Japan: 2-dörr, 150-330 liter, kyl + frys

Figur 2. Elanvändning i ny kyl och frys  
Sverige 1987



- kylens volym + 1,8 \* frysens volym  
Källa: Mills 1989 från Konsumentverket

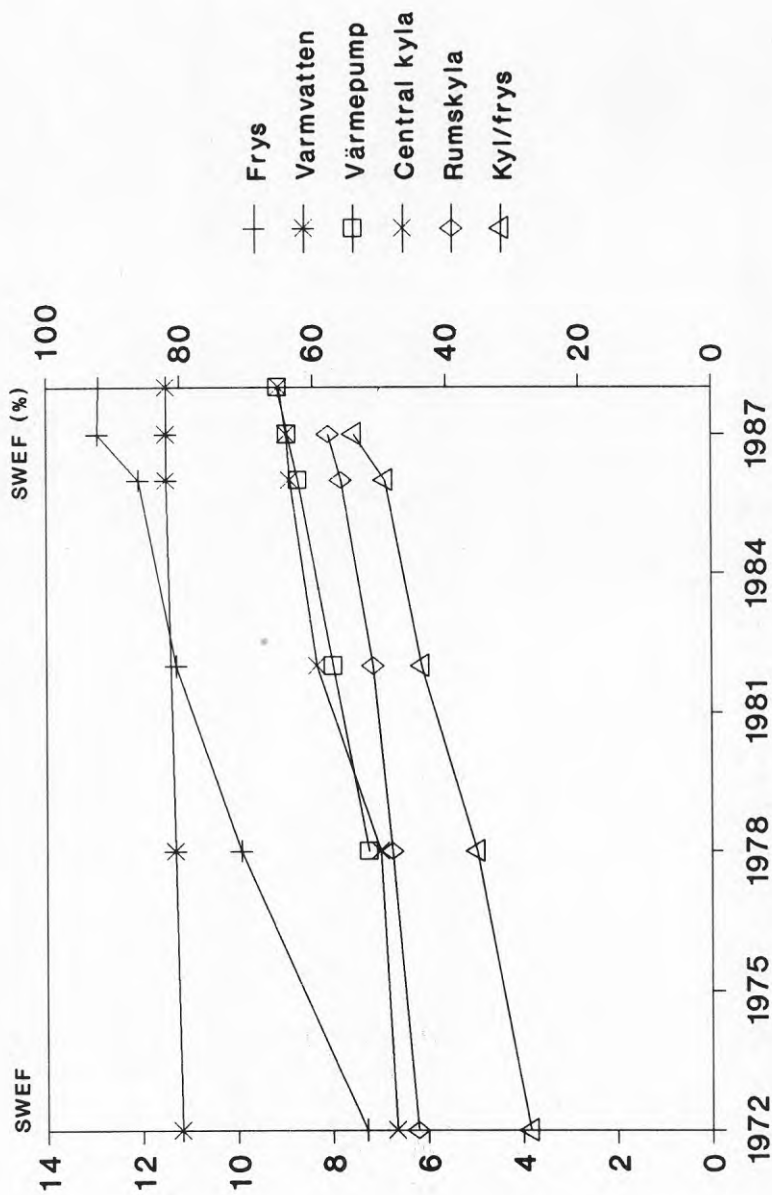
**Figur 3. Nya vitvaror i Västtyskland  
minskad elanvändning från 1978 till 1985**



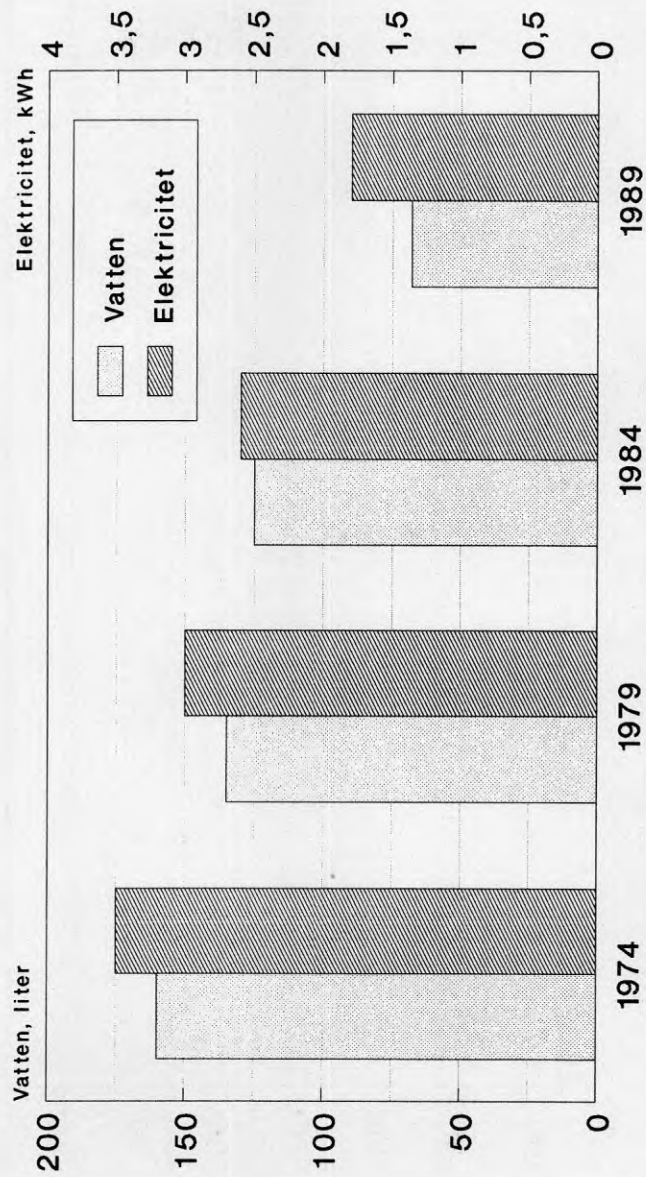
Obs. Minskningen beräknad utgående från  
genomsnittlig elanvändning för alla  
modeller på marknaden



Figur 4. Effektivitetsutveckling för vitvaror

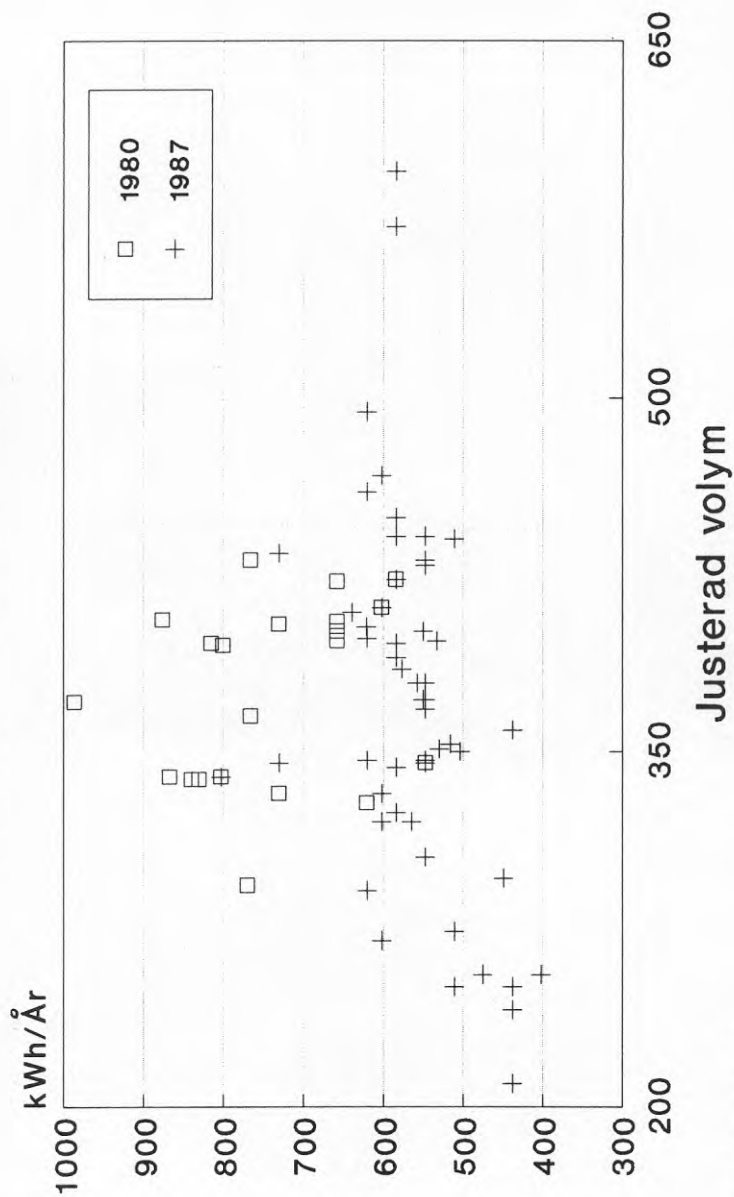


**Figur 5. Användning av vatten och el  
i tvättmaskiner  
Nya maskiner åren 1974-1989**



Helautomatisk tvättcykel vid 95 C  
Data från Siemens AB, Stockholm  
Källa: Int'l Energy Studies, LBL

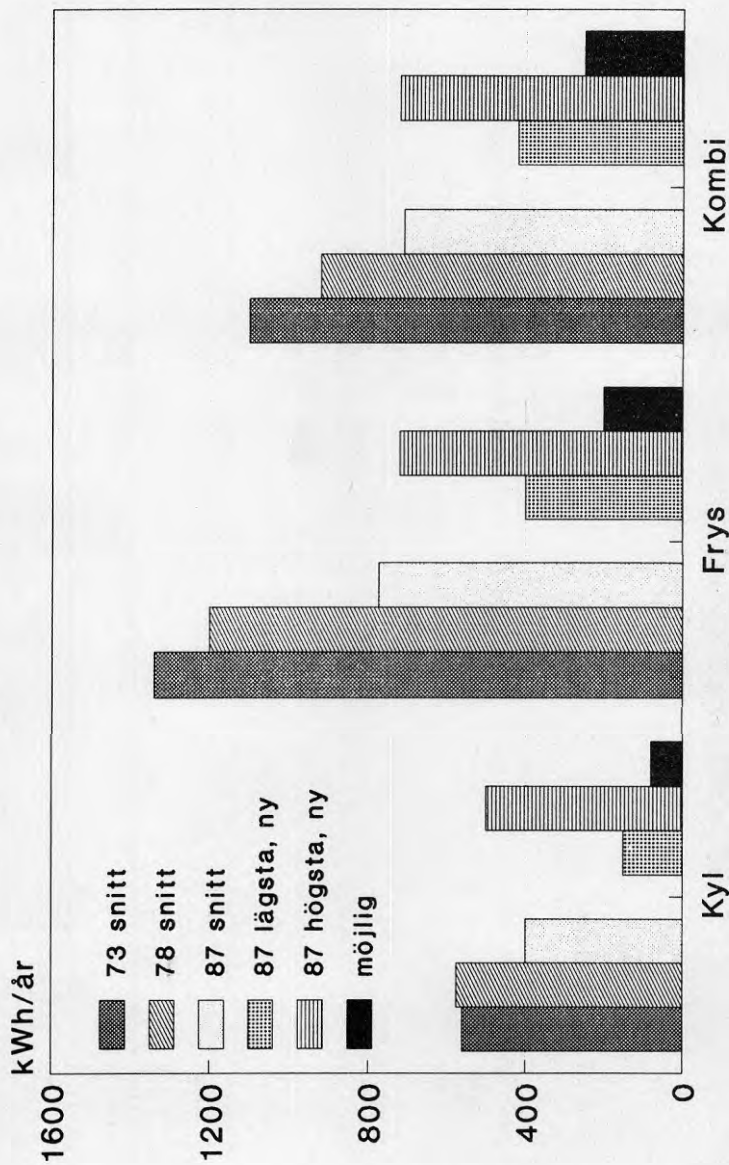
Figur 6. Elanvändning för ny kyl/frys i Sverige 1980 och 1987



Källa: Mills 1989  
 Justerad volym = kylens volym  
 +1,8x kylens volym

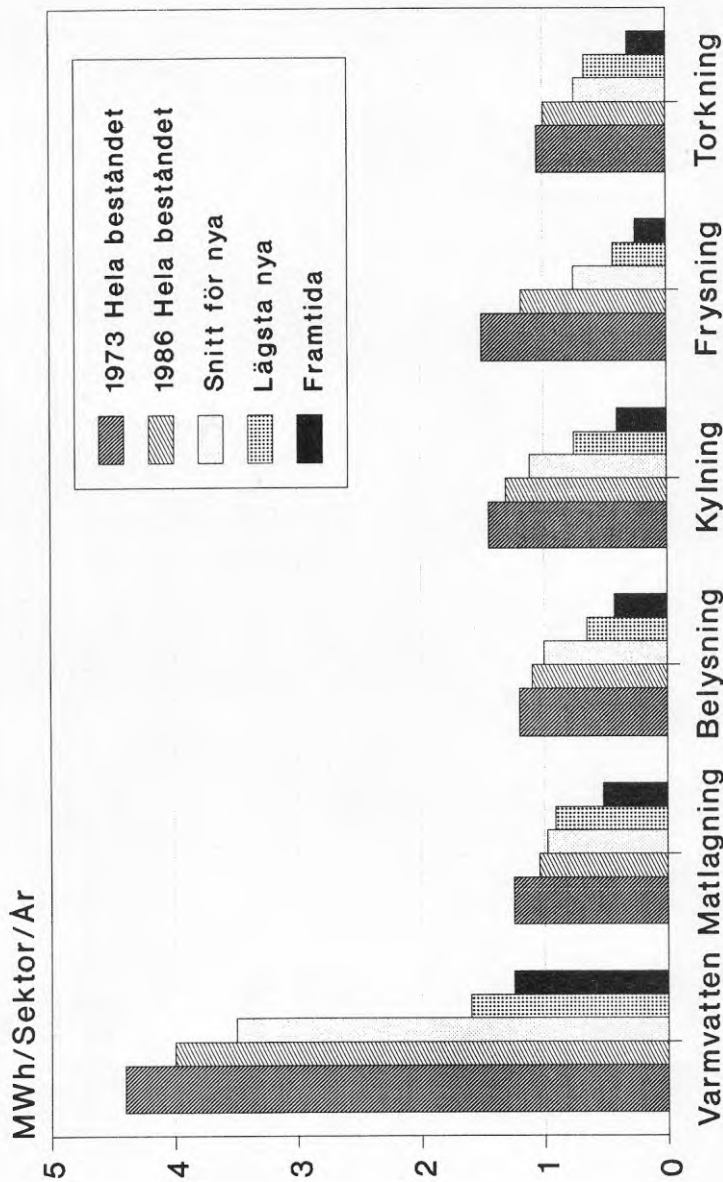
# Figur 7. Kylning - Sverige

## Elanvändningens utveckling



källor: Konsumentverket, Vattenfall  
 kyl:150-200;frys:250-300;kom:350-375 lit

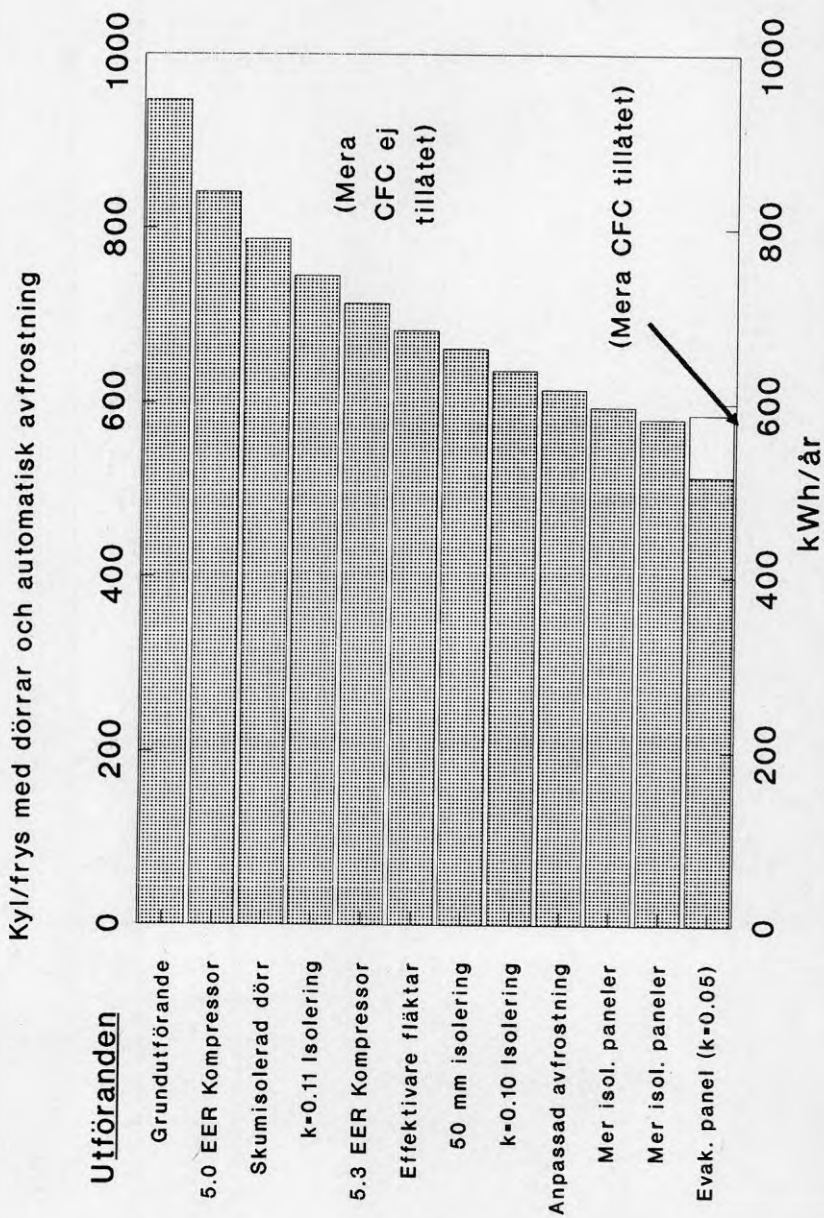
**Figur 8. Elanvändning för vitvaror i USA**  
 Genomsnittlig användning/år  
 - förr, nu och i framtiden



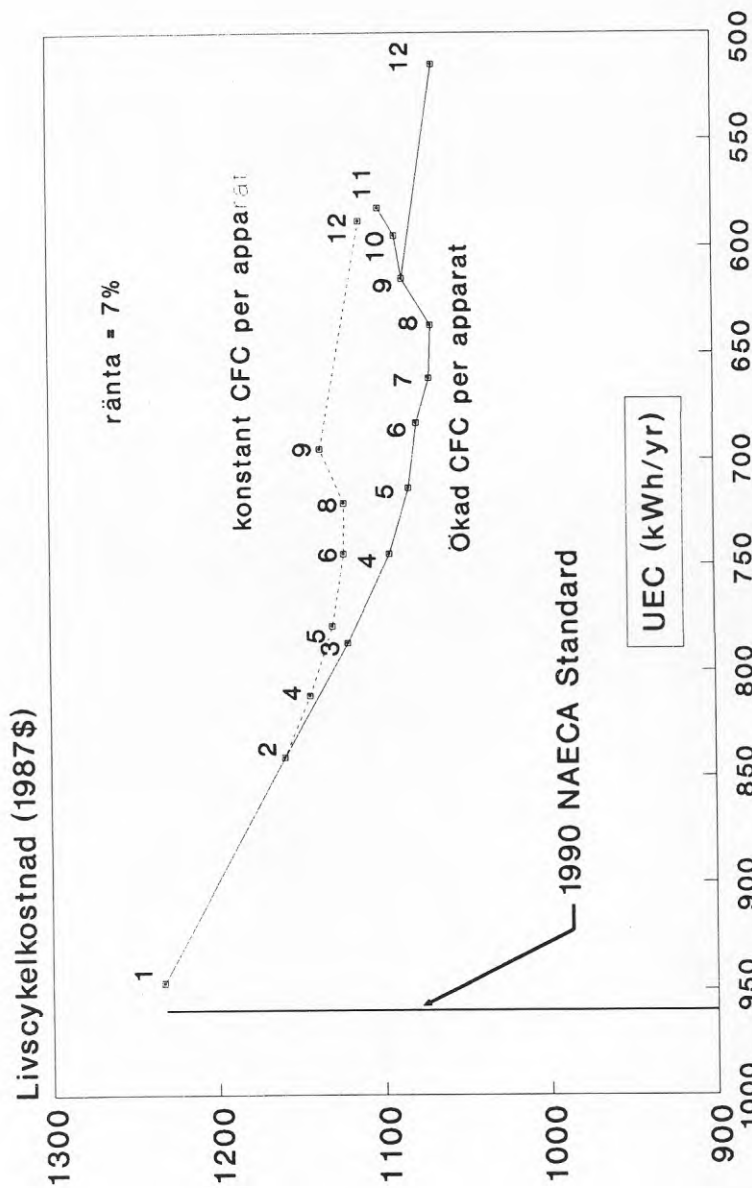
Källa: Geller and LBL



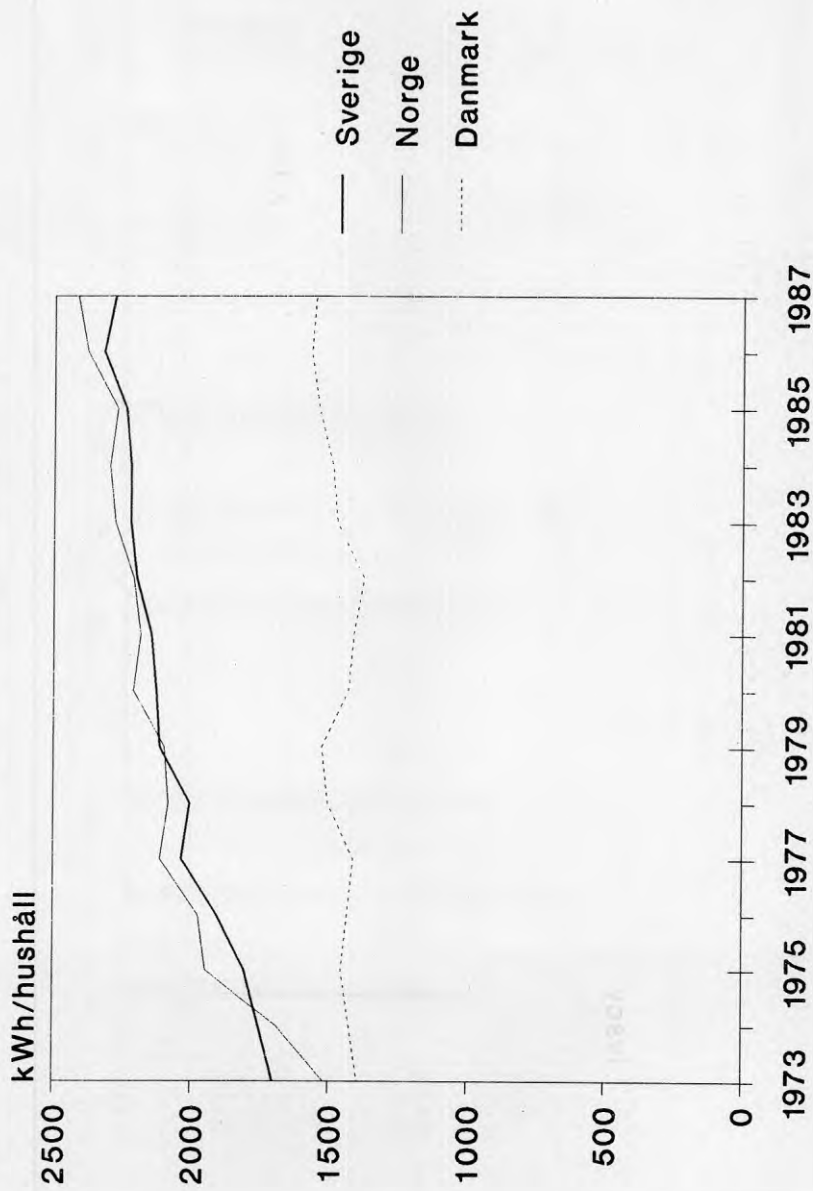
**Figur 9. Elanvändning i förhållande till tekniska lösningar**



Figur 10. LCC-värde som funktion av elanvändning  
 Kyl och fryslin med autom. avfrostning  
 (Justerad volym = 20,8 kubikfot)

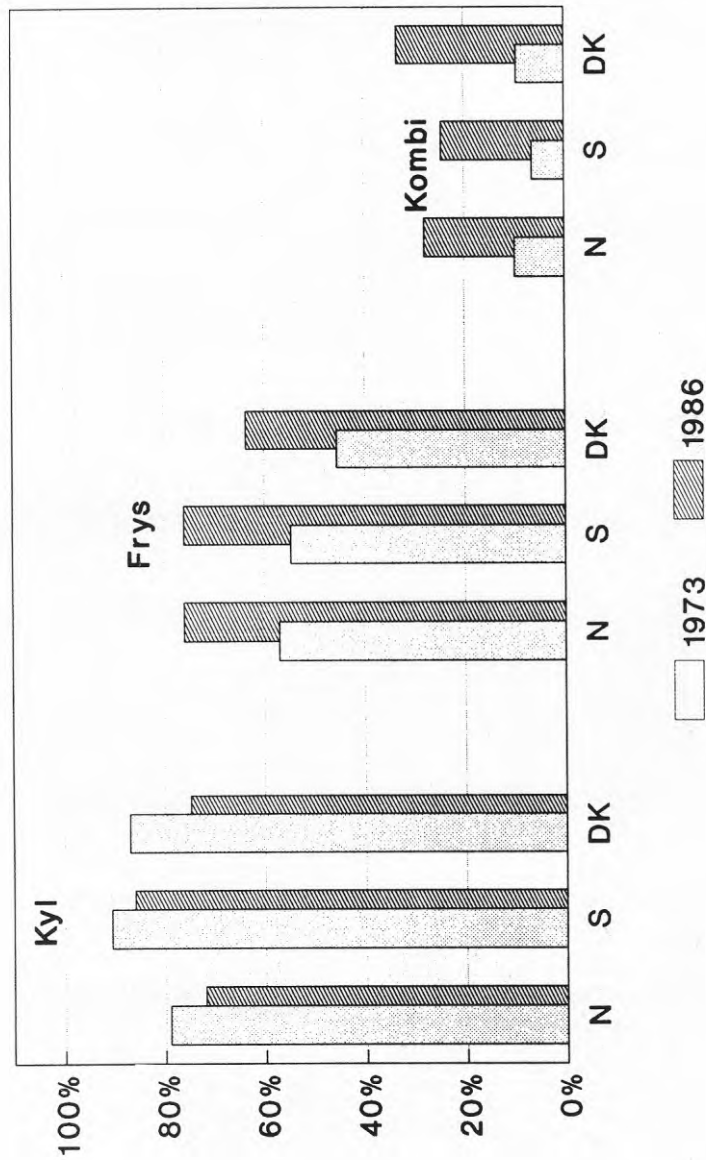


# Figur 11. Elanvändning - vitvaror



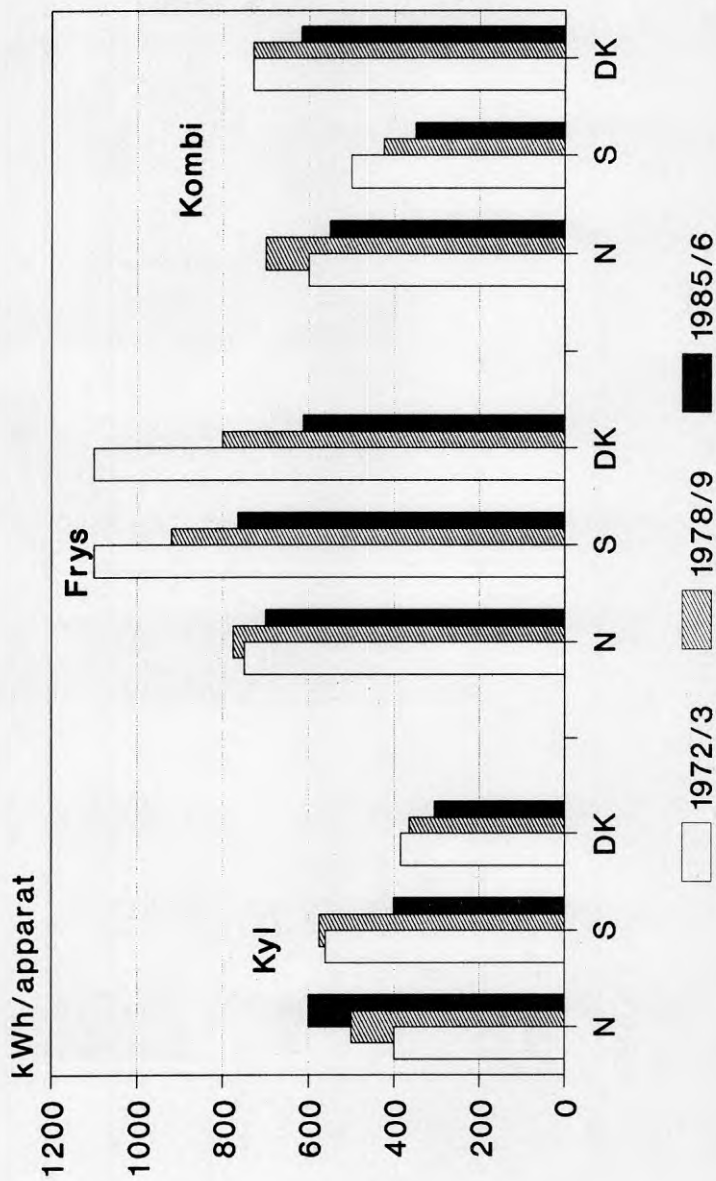
Exkluderar vattenvärmning i disk-tvättm.

Figur 12. Vitvaror - mättnad  
Kylning - 1973 och 1986



OBS: Kombi: kyl/frys med 2 dörrar

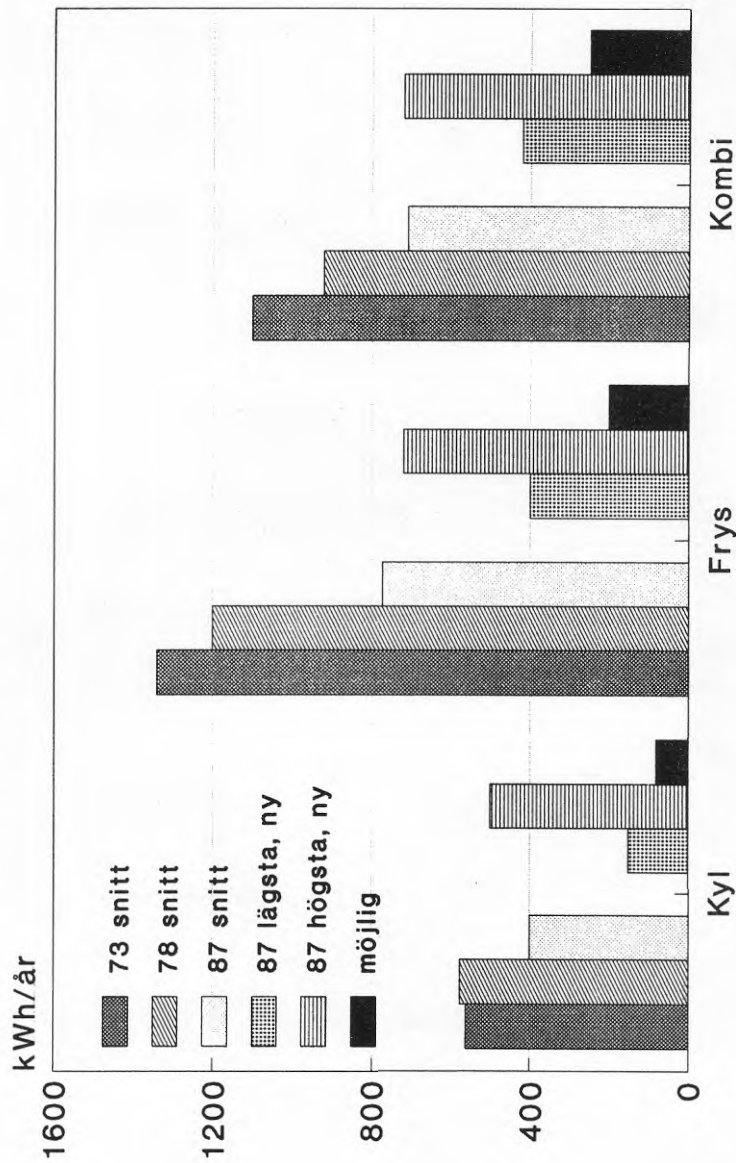
Figur 13. Kylning  
 elanvändning/apparat



OBS: Norska uppgifter osäkra

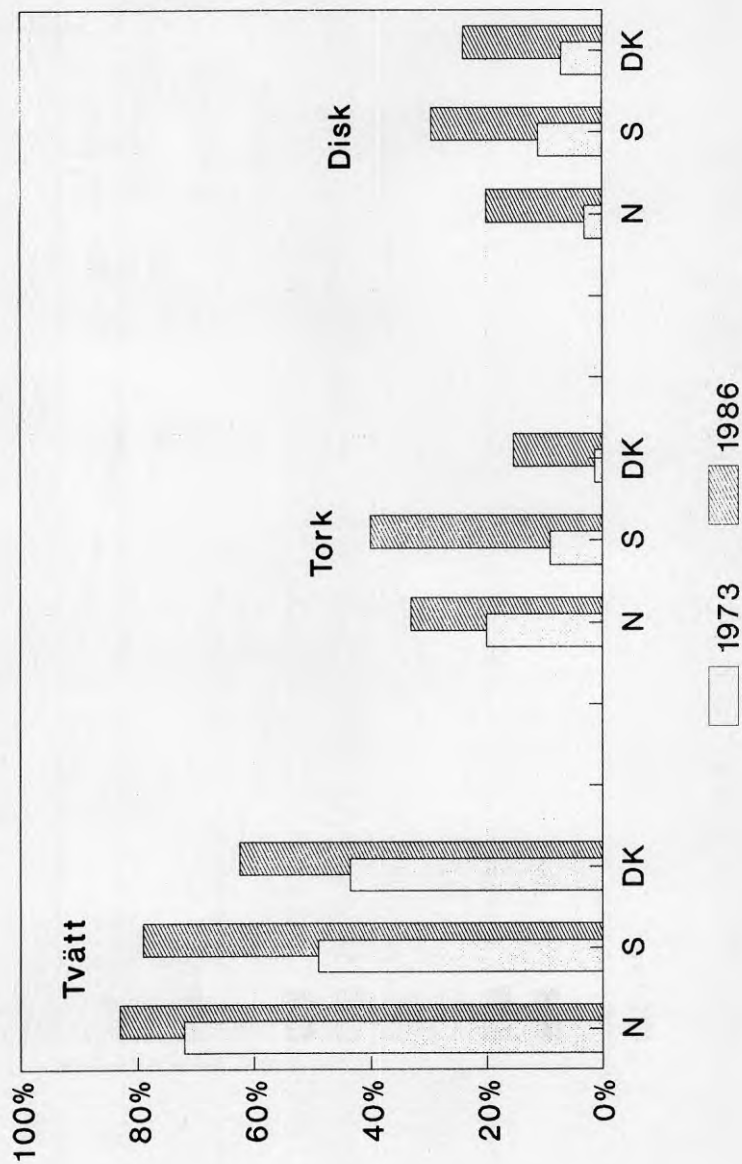


Figur 14. Kylning - Sverige  
Elanvändningens utveckling

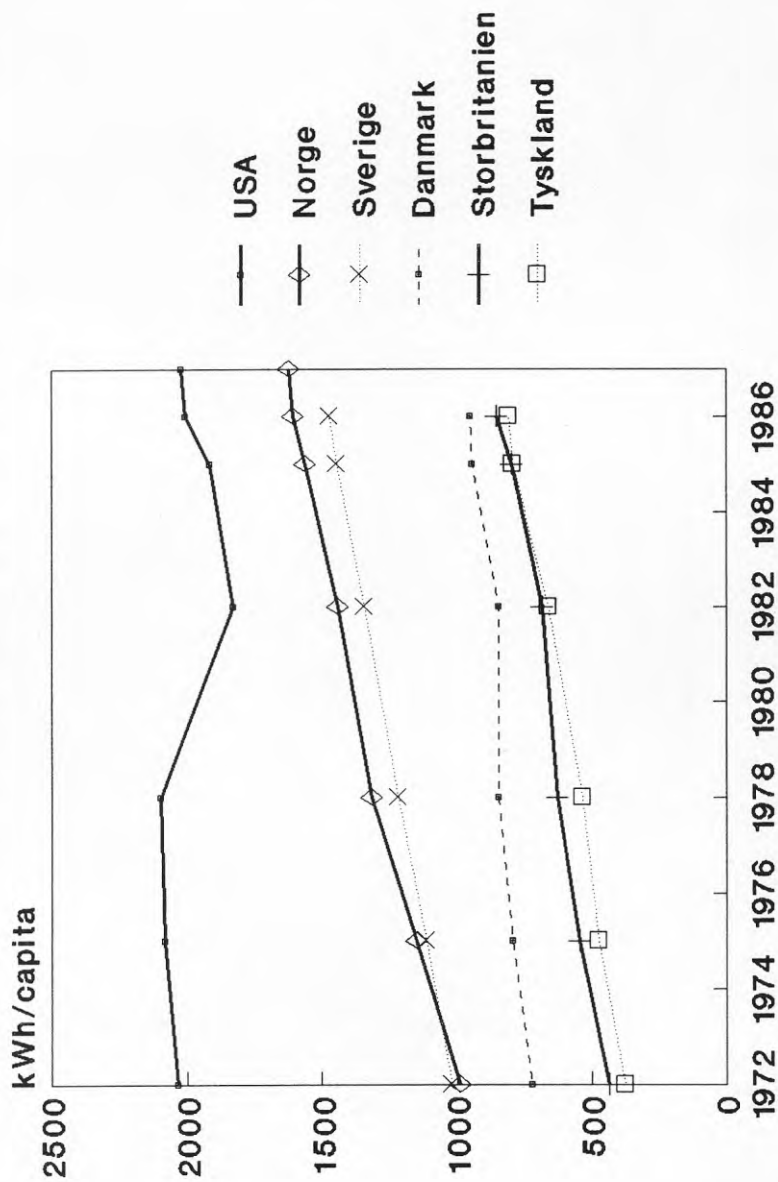


källor: Konsumentverket, Vattenfall  
kyl:150-200;frys:250-300;kom:350-375 lit

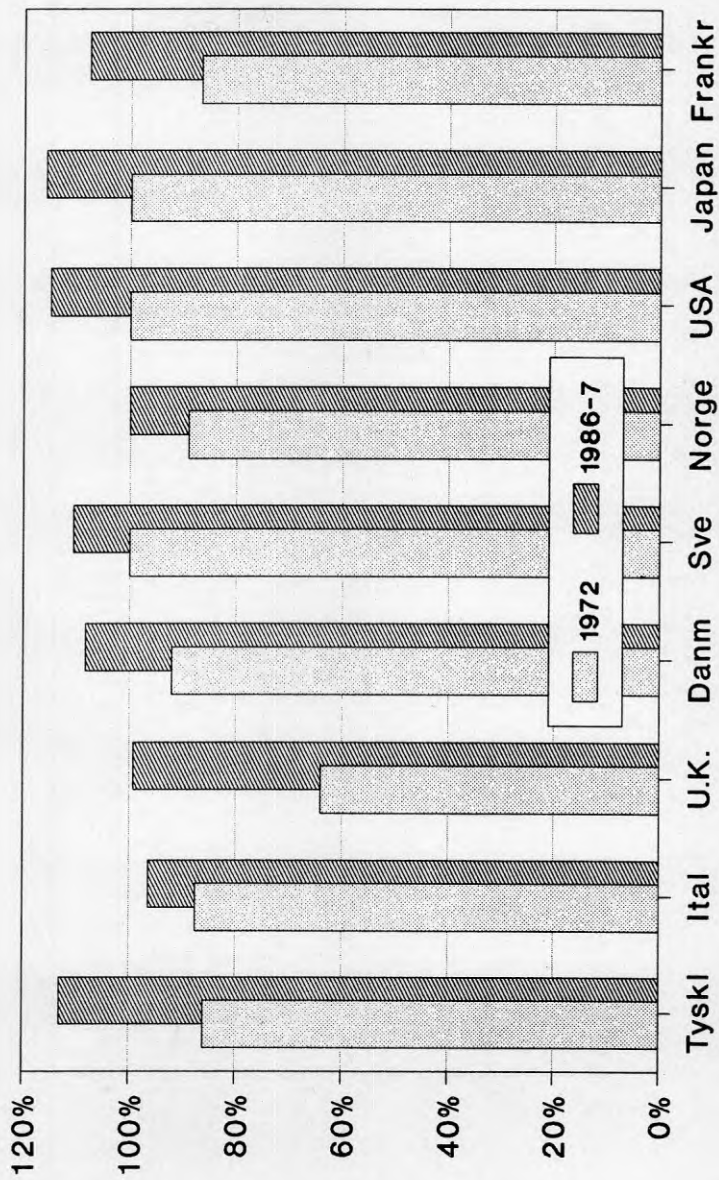
**Figur 15. Vitvaror - mättnad**  
 Tvätt, tork och disk - 1973 och 1986



Figur 16a. Vitvaror och belysning  
Elanvändning per Capita

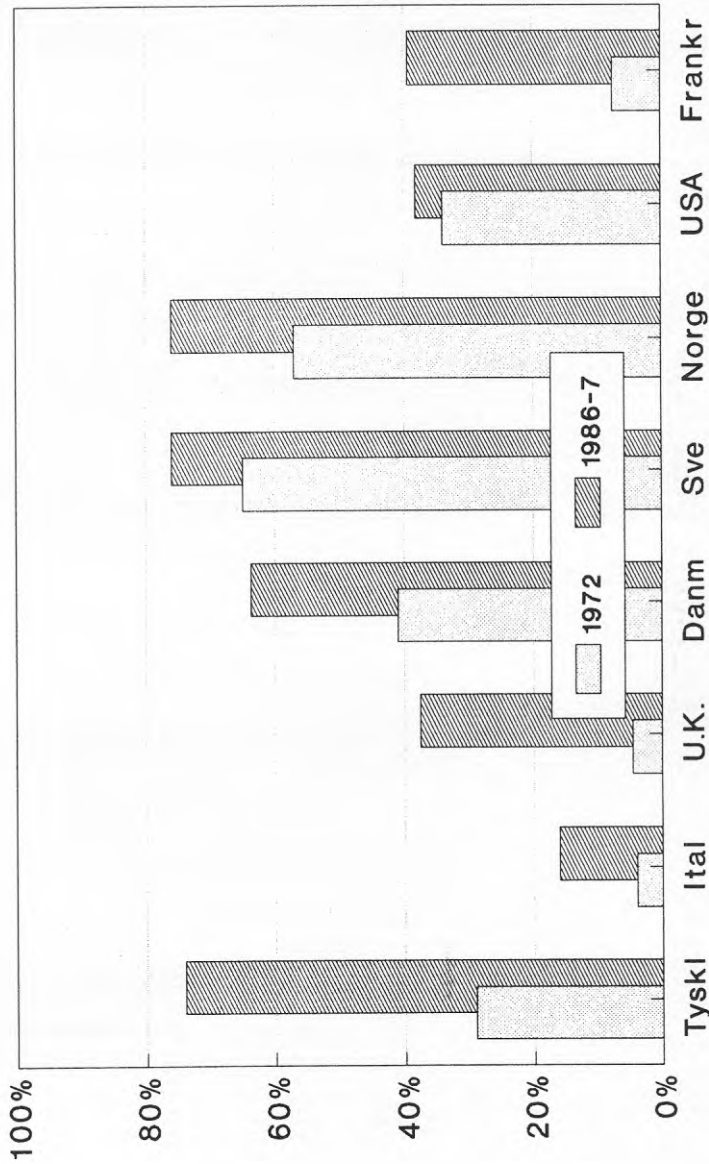


Figur 16b. Kylskåp  
OECD - Mättnad



USA och Frankrike - data från 1973

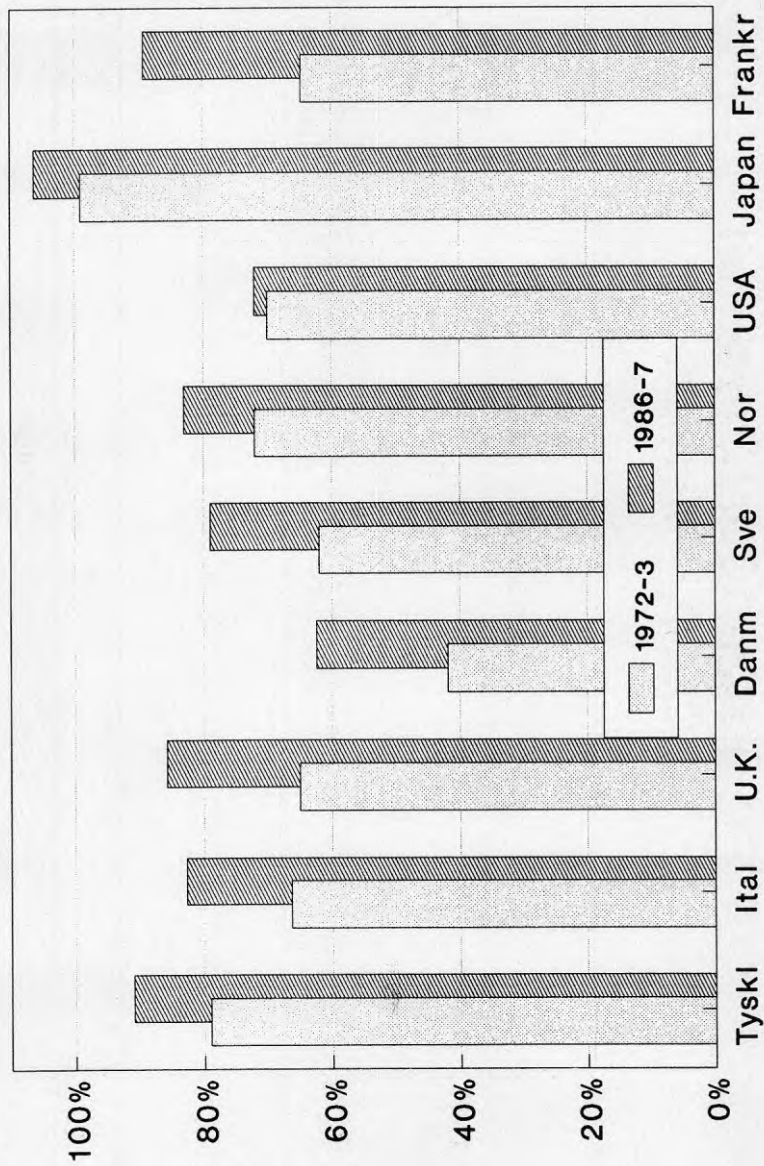
Figur 16c. Frys  
OECD - Mättnad



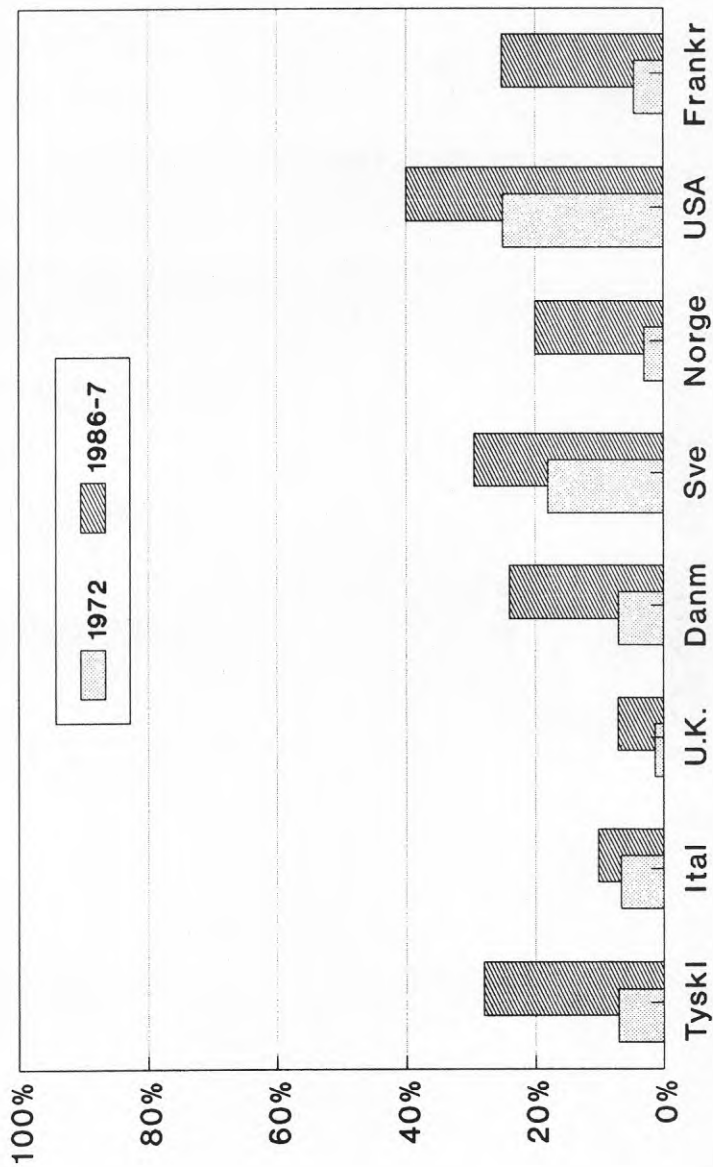
USA och Frankrike - data från 1973  
Japan = noll



Figur 16d. Tvättmaskiner  
OECD - Mättnad

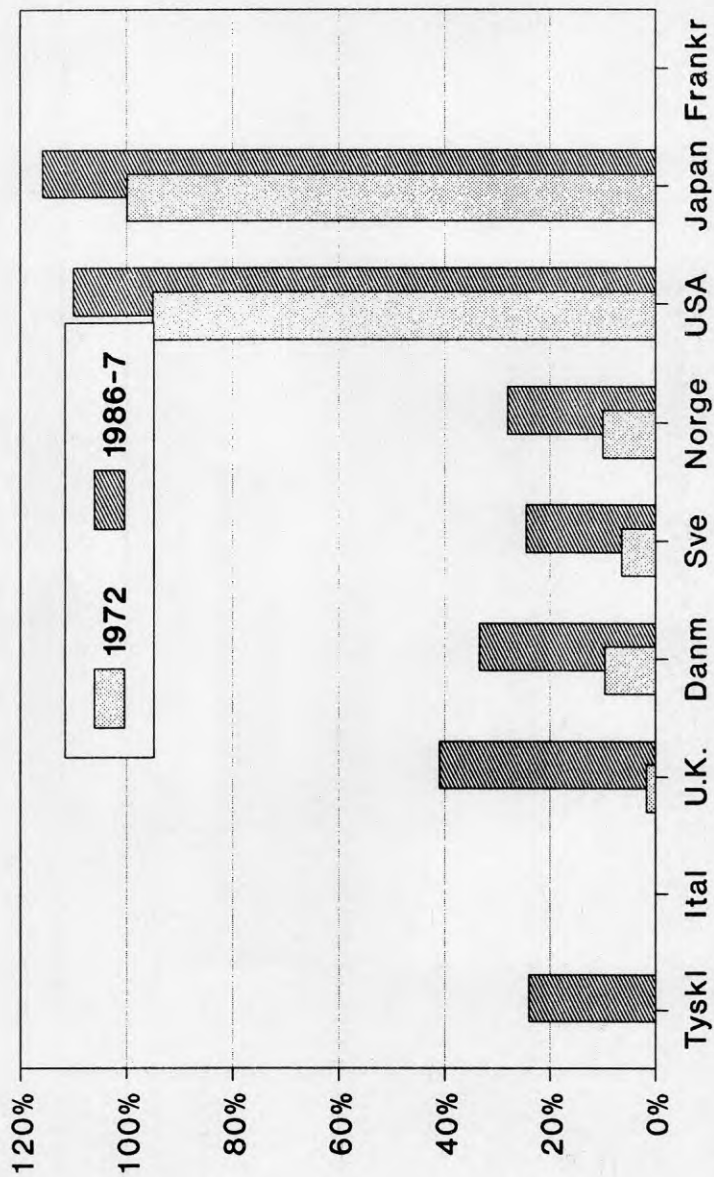


Figur 16e. Diskmaskiner  
OECD - mättnad



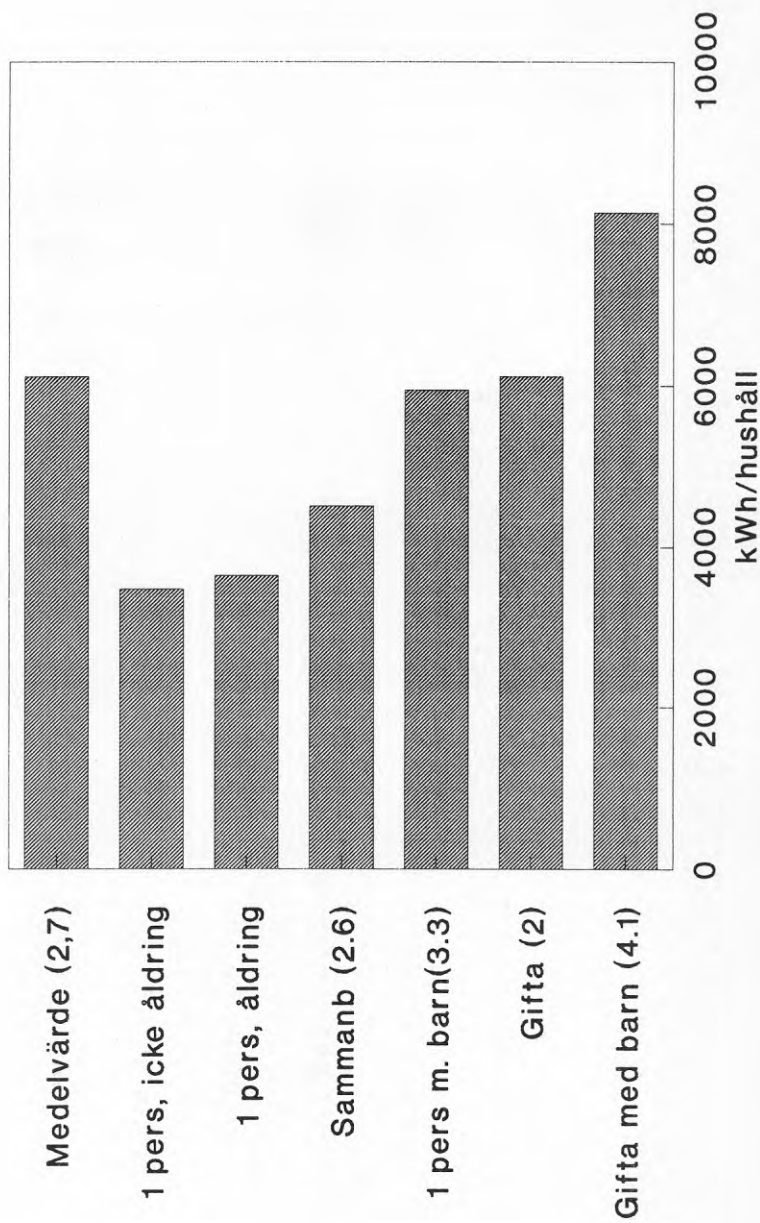
USA och Frankrike - data från 1973.  
Japan = noll

Figur 16f. Kombinerad kyl/frys  
OECD - mättnad

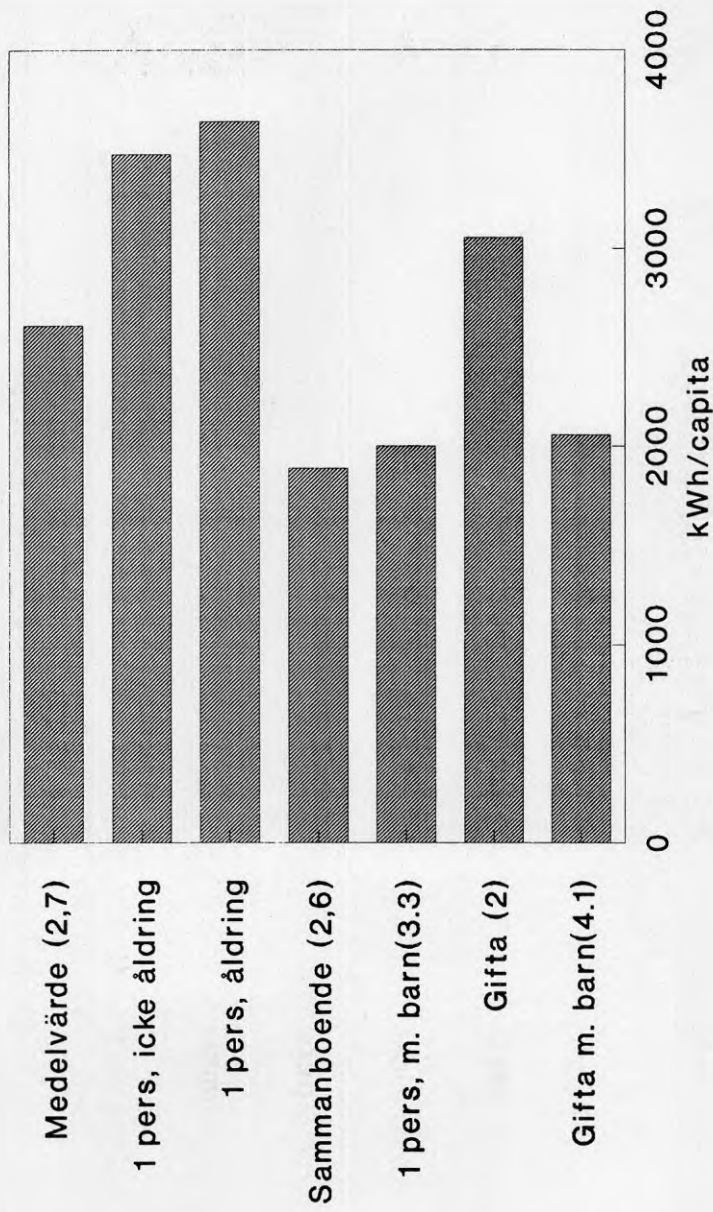


USA och Frankrike - data från 1973

**Figur 17. Elanvändning per hushåll**  
Hushåll i USA med gasvärme



**Figur 18. Elanvändning per capita**  
Hushåll i USA med gasvärme







Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 880115-2  
från Statens råd för byggnadsforskning till Lawrence  
Berkeley Laboratory, Berkeley, USA.

Art.nr: 6801066

Abonnemangsgrupp:  
R. Byggandets ekonomi och  
organisation  
T. Fastighetsförvaltning  
W. Installationer

R66:1990

ISBN 91-540-5242-4

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Distribution:  
Svensk Byggtjänst  
171 88 Solna

6801066  
74.00

Cirka pris: 59 kr exkl moms