

"Mange bekker små..."

Om strømforbruk og sparepotensial i husholdningsapparater

Av John Magnar Haugen



Framtiden i våre henders forskningsinstitutt

Sammendrag

Energiforbruket i norske husholdninger øker stadig. Et økende antall elektriske apparater er en av grunnene til dette. Denne rapporten viser at energiforbruket til elektriske apparater i norske husholdninger kan reduseres med mer enn halvparten hvis de mest energieffektive apparatene som finnes på markedet, benyttes. Hvitevarer som kjøleskap, frysebokser, vaskemaskiner og oppvaskmaskiner, og forbrukerelektronikk som AV-apparater (TV, radio, video) og datamaskiner er behandlet i rapporten.

Sparepotensialet ved bruk av de mest energieffektive produktene på markedet i dag

Kjøleskap og frysebokser er blant de apparatene som krever mest energi. Hvert år bruker norske husholdninger 1545 GWh (gigawatttime) på å oppbevare mat og drikke kaldt. På markedet fins apparater som bruker mye mindre energi på å holde brusen kald eller isen frossen enn gjennomsnittet av de apparatene som fins i norske husholdninger i dag. Hvis dagens apparater hadde blitt erstattet med de mest energieffektive apparatene på markedet, ville strømforbruket gått ned med 838 GWh, altså med mer enn en 50 %. Tilsvarende ville energiforbruket til vaske, oppvask- og tørkemaskiner blitt redusert med 568 GWh, det vil si en reduksjon på 43 % av dagens forbruk.

For forbrukerelektronikk, som AV-apparater og datamaskiner, er sparepotensialet også stort. 753 GWh kunne vært spart dersom vi kun benyttet de mest effektive apparatene på markedet. Sparepotensialet her utgjør hele 72 % av dagens forbruk.

Hvis vi slår sammen sparepotensialene for alle de elektriske apparatene, utgjør de 2,4 TWh (terawatttime) i året (se tabell).

Sparepotensialet ved bruk av såkalt "forbedret teknologi"

Det er utviklet teknologi, som enda ikke er på markedet, som vil kunne forsterke dette energieffektiviseringspotensialet. Ved bruk av denne teknologien (kalt forbedret teknologi) kan man spare 3,2 TWh årlig, en energimengde som tilsvarer tre ganger full utbygging av Øvre Otta.

Totalt strømforbruk og sparepotensial for elektriske apparater i norske husholdninger

	Forbruk, dagens apparater	Beregnet forbruk, mest effektive maskiner på markedet	Sparepotensial, mest effektive maskiner på markedet	Beregnet forbruk, forbedret teknologi ¹	Sparepotensial, forbedret teknologi ¹
Kjøl-/frys-apparater	1545 GWh	707 GWh	838 GWh	314 GWh	1231 GWh
Vaske-/oppvask-/tørkemaskiner	1318 GWh	750 GWh	568 GWh	250 GWh	1068 GWh
Forbrukerelektronikk²	1051 GWh	298 GWh	753 GWh	149 GWh	902 GWh
Totalt	3914 GWh	1755 GWh	2159 GWh	713 GWh	3201 GWh

¹Teknologi som er utviklet, men som enda ikke er på markedet

²TV-apparater, videospillere, CD-spillere, radioer, datamaskiner og andre brunevarer.

Framtidig utvikling av energiforbruket til elektriske husholdningsapparater

Det er flere ting som vil påvirke den videre utviklingen av energiforbruket til de elektriske apparatene i husholdningene. Både endring av husholdningenes bruksmønster og apparatenes funksjonalitet (antall funksjoner og kombinasjoner) kan føre til endrede energibehov. Selv om

det satses på energieffektivisering, skjer det også teknologiske endringer av apparatene som øker effektkravene.

Standby-forbruket bidrar sterkt til forbrukerelektronikkens totalforbruk av strøm, og her er effektiviseringspotensialet stort. Men ettersom mye tyder på at det blir flere og flere av disse apparatene, kan dette motvirke effekten av at enkeltapparatene bruker mindre og mindre strøm.

Hvitevarer har også et stort effektiviseringspotensial. Forbedring av både design, teknologi og materialer kan bidra til at hvitevarene samlet sett bruker mindre strøm i framtiden. For vaske-, tørke- og oppvaskmaskiner er det i tillegg et kvalitetsmessig sparepotensial. Energi av lav kvalitet, for eksempel varmeenergi, kan brukes i stedet for elektrisitet (som er av høy kvalitet) til å varme opp vannet/lufta i maskinene.

Innholdsfortegnelse

1. INNLEDNING.....	6
1.1. ENERGIFORBRUK I HUSHOLDNINGSSEKTOREN	6
1.2. ENERGIEFFEKTIVITET OG ENERGIKVALITET	6
1.3. PROBLEMSTILLINGER	7
1.4. HELHETLIG TANKEGANG OMKRING ENERGI BRUK OG RAPPORTENS BEGRENSNINGER	7
1.5. METODE	8
2. ENERGIEFFEKTIVITET I HVITEVARER.....	9
2.1. KJØL/FRYS.....	9
2.2. VASK, TØRK, OPPVASK.....	14
3. FORBRUKERELEKTRONIKK	18
3.1. TV-APPARATER OG VIDEOSPILLERE	18
3.2. AUDIO	22
3.3. ANDRE BRUNEVARER	23
3.4. KONTORUTSTYR	25
4. FRAMTIDIG ENERGIFORBRUK	28
4.1. HVITEVARER	28
4.2. FORBRUKERELEKTRONIKK	29
5. LITT OM POLITISKE VIRKEMIDLER FOR ENERGIEFFEKTIVISERING	31
6. KONKLUSJON.....	32
7. REFERANSER.....	34

Ansvarlig redaktør Tor Traasdahl,

Forord

Denne rapporten er en del av et større samarbeidsprosjekt mellom Statkraft SF, Samarbeidsrådet for naturvernsaker (SRN) og Framtiden i våre hender (FIVH) om bærekraftig utvikling i energisektoren.

I rapporten ser vi på hvilken betydning energieffektivisering av husholdningsapparater kan ha for det totale strømforbruket i Norge. Dette er et tema som ikke har fått så mye oppmerksomhet, men som likevel er ett av mange viktige skritt på veien mot bærekraftig energibruk.

Tor Traasdahl
ansvarlig redaktør

1. Innledning

Vår økende energibruk er i ferd med å bli et stadig viktigere politisk tema fordi man begynner å innse at mange miljøproblemer har sammenheng med dette. Sammenhengen er noen ganger direkte, gjennom at økt forbruk av fossilt brensel til transport gir økte utslipp av klimagasser. I norsk elektrisitetsforsyning er sammenhengene mer indirekte. Økt forbruk av strøm fører til et økende press for å bygge ut noen av de gjenværende vassdragene. Det fører også til at vi har mindre strøm å tilby andre land som substitutt for forurensende kullkraft. Siden 1996 har Norge opplevd nettoimport av elektrisk kraft.

1.1. Energiforbruk i husholdningssektoren

De senere årene har husholdningene brukt ca 32 prosent av all forbrukt elkraft i Norge. Andelen er noe stigende. Tabell 1 viser forbruk av elektrisitet i husholdningene og i Norge totalt for årene 1990-1996. Energiforbruket i husholdningene har økt med ca 1,8 prosent årlig fra 1976 til 1996 (NOU 1998).

Tab. 1. Forbruk av elektrisk kraft (GWh) i husholdningssektoren og i Norge totalt i perioden 1990-1996 (Kilde: NOS Elektrisitetsstatistikk, 1990 - 1996).

Årstall	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Strømforbruk, husholdninger	29494	31657	31810	32722	33836	33999	34368
Strømforbruk totalt	97709	99964	100442	101949	102926	104964	104147

Økende energiforbruk i husholdningssektoren kan forklares dels med en økning i boligmassen som gjør at det kreves stadig mer energi til oppvarming, dels ved høyere komfortkrav, og dels ved at det har blitt stadig flere elektriske apparater i hjemmene.

Energiforbruket til oppvarming utgjør den dominerende andelen av det totale energiforbruket i husholdningene, men denne andelen er blitt redusert i løpet av de siste 40 årene. I 1950 gikk over 75 prosent av energiforbruket i norske husholdninger til oppvarming, mens denne andelen var redusert til om lag 60 prosent i 1990. Andelen brukt til belysning økte fra 4 prosent i 1950 til 7,5 prosent i 1990, mens andelen til annet elektrisk utstyr økte fra 12 prosent til 16 prosent i samme periode. I 1990 ble de resterende omlag 16,5 prosent brukt til oppvarming av vann (NOU 1998).

Med et stadig økende tilbud av elektriske og elektroniske apparater er det grunn til å anta at andelen av elektrisitetsforbruket i husholdningene som går til elektrisk utstyr har økt siden 1990. Innenfor forbrukerelektronikk som TV, PC, stereo har vi sett en eksplosjonsartet økning i antall maskiner som finnes i norske husholdninger. Det er derfor grunn til å anta at elektrisitetsforbruket i elektrisk utstyr bortsett fra belysning hadde steget til 17-18 prosent av totalt energiforbruk i husholdningene i 1996. Dette forbruket kan derfor beregnes til ca 6 TWh i 1996.

1.2. Energieffektivitet og energikvalitet

Ved bruk av energi er det oftest ikke energien i seg sjøl eller energibæreren (elektrisitet, kull, olje, termisk energi) vi er interessert i, men framstilling av et sluttprodukt. For forbruket av elektrisitet i husholdningene kan sluttproduktet være rene klær, mat som holder seg eller underholdning i form av fjernsynsprogrammer. Vi må bruke energi for å framstille sluttproduktet, og foredling av energi av den typen vi snakker om her til sluttprodukt foregår i maskiner.

Mengden av sluttprodukt som kan komme ut av én enhet energi kan være forskjellig for forskjellige modeller av samme maskintype. Dette betegner vi som forskjeller i energieffektivitet for ulike maskiner.

Elektrisitet kan brukes i mange ulike prosesser for å framstille mange ulike sluttprodukter. Elektrisitet regnes derfor for å være energi av høy kvalitet. Fossile brensel kan også drive mange prosesser. De kan også omdannes til elektrisk energi, men noe energi går da tapt under omdannelsen. Fossile brensel regnes derfor for å være energi av middels kvalitet. Termisk energi er energi av lav kvalitet, men er fullt brukbar til å varme opp areal og vann.

1.3. Problemstillinger

Denne rapporten tar for seg energiforbruket i det elektriske utstyret i husholdningene. Mange av de elektriske apparatene som er i bruk i dag er gamle og bruker mye energi. Denne rapporten ønsker å kvantifisere hvor mye strøm som kunne vært spart dersom alle norske husholdninger hadde hatt de mest energieffektive apparatene som finnes på markedet, isteden for de apparatene som fins i husholdningene i dag. Videre søker rapporten å kvantifisere hvor mye energi som ytterligere kunne vært spart dersom teknologi som er utviklet, men som enda ikke er tilgjengelig på markedet, hadde erstattet dagens "maskinpark" av husholdningsapparater. Disse sparepotensialene er selvfølgelig teoretiske, ettersom de fleste apparatene som er behandlet i rapporten har en utskiftningstakt på 12-15 år.

Hvordan de elektriske apparatene, og bruksmønsteret, vil utvikle seg i framtiden er også sentrale spørsmål i denne rapporten. Denne utviklingen har mye å si for i hvilken grad de beregnede sparepotensialene er realiserbare. Vil forbruket øke, og på den måten motvirke effekten av en eventuell energieffektivisering i enkeltapparatene? Og vil økte krav til apparatenes funksjoner og hastighet endre seg slik at de blir mer strømkrevende?

1.4. Helhetlig tankegang omkring energibruk og rapportens begrensninger

Denne rapporten begrenser seg til å diskutere energieffektiviseringspotensialet i enkeltapparatene, men for å bremse og reversere økningen i energiforbruk er det viktig å ta fatt i flere områder med sparepotensial. En helhetlig tankegang omkring energiforbruket i husholdningene må til. Kreative løsninger for å utnytte alternative energikilder til drift av elektriske apparater og for å utnytte bieffekter av bruken av elektrisk utstyr, som produksjon av varme, vil kunne gi ytterligere energieffektivisering.

Energieffektivitet handler ikke bare om forholdet mellom tilført energi og resultat i form av sluttprodukter. Det handler også om at vi benytter energi av høy kvalitet (elektrisitet) bare til formål som krever energi av høy kvalitet. Fokus i energieffektiviseringsdebatten bør derfor ikke bare rettes mot å skape elektriske og elektroniske apparater som gir mye sluttprodukter per enhet tilført energi. Det bør også legges vekt på å framstille apparater som kan utnytte lavkvalitetsenergi. Det er i den forbindelse viktig å fokusere på energibærere som ikke forurenser og som er fornybare.

Det er også åpenbart en svakhet ved rapporten at den bare tar for seg apparaters energiforbruk i forbindelse med bruken av apparatene i husholdningene. Mye av energiforbruket i forbindelse med elektriske apparater skjer i forbindelse med produksjon og transport, og for PC-er er energiforbruket i produksjonen vanligvis større enn totalt energiforbruk ellers i livsløpet. Livstidsanalyser av energiforbruk er på sin plass.

Rapporten vil ikke oppfordre forbrukere til å kaste alle gamle apparater og kjøpe seg nye, energieffektive utgaver. Den vil peke på potensialet som finnes i energieffektivisering for å rette litt oppmerksomhet mot denne delen av norsk energiforbruk. Håpet er at forbrukerne i sterkere grad vil ta hensyn til energiforbruk ved innkjøp av nye apparater.

1.5. Metode

Tall på maskiner solgt et gitt år er basert på importtall fra Statistisk Sentralbyrå. For hvitevarer er det gjort anslag for hvordan totalsalget fordeler seg på maskiner i forhold til energiforbruk. Disse anslagene er basert på muntlige opplysninger fra forhandlere for en del større fabrikanter.

I beregningen av energisparepotensialet på nasjonalt nivå er differansen mellom energiforbruket med dagens energipark og energiforbruket hvis alle maskiner i hjemmene hadde vært av markedets mest effektive modeller utregnet. Energiforbruket med dagens maskinpark er beregnet ved å multiplisere energiforbruket i gjennomsnittsmaskiner med totaltallet for maskiner i Norge. Ved beregninger av tilsvarende energiforbruk ved markedets mest effektive maskiner er tallene for energiforbruk basert på modeller som fins på markedet eller er på veg til å bli introdusert på markedet.

For å finne verdier for energiforbruket til dagens maskinpark ble utskiftningstakt beregnet. I noen tilfeller ble utskiftningstakt beregnet ut fra årlige salgstall og en beregning av total maskinpark i husholdningene basert på opplysninger fra Norge og Nederland om forekomst av diverse apparatyper i husholdningene. I andre tilfeller ble dokumentasjon om utskiftningstakt fra andre land innhentet. En tredje metode var at beregnede tall for utskiftningstakt for én type maskiner ble overført til andre typer maskiner der det var grunn til å tro at utskiftningsmønster er likt.

Med grunnlag i utskiftningstakt ble en gjennomsnittsalder for maskinparken beregnet. Det ble vurdert at effektivitetsforbedringsraten, altså hastigheten av forbedringer i energieffektivitet, er høyere jo lengre bakover man går i tid. Samtidig er innkjøpstakten økt, slik at det finnes flere av nye modeller enn av eldre, og maskiner med lavt energiforbruk vil utgjøre en større andel enn maskiner med høyt forbruk. Energiforbruket til gjennomsnittsmaskinen har derfor blitt regnet for å være lik energiforbruket til maskiner som er halvparten så gamle som utskiftningsalderen.

Opplysninger om energiforbruk bakover i tid ble delvis hentet fra undersøkelser om effektivitetsforbedringer, bl.a. fra Danmark, delvis fra produktkataloger fra produsenter og delvis fra muntlige opplysninger fra produsenter. Ut fra dette ble energiforbruket til gjennomsnittsmaskiner beregnet.

Det er også foretatt beregninger av utviklingen av energiforbruket i framtida. Her er det for noen av maskinkategoriene utarbeidet scenarier ut fra ulike innkjøpsmønstre. For andre maskinkategorier er det innhentet resultater fra liknende studier gjort i andre land, mens noen maskinkategorier mangler slike scenarier for energiforbruk i framtida.

Opplysninger fra beslektede undersøkelser fra andre land ble benyttet i en viss grad. Det ble da vurdert at innkjøpsmønsteret i Norge er beslektet med mønstrene i Sverige, Danmark, Nederland og Sveits. Opplysninger herfra er inkludert i rapporten uten at det er foretatt noen form for kvalitetssikring av disse kildene. Dette betyr også at rapporten løper en fare for å sammenlikne data framkommet ved bruk av ulik metodikk.

2. Energieffektivitet i hvitevarer

2.1. Kjøøl/frys

Kjøleskap, kombiskap og fryseskap og -bokser er noen av de mest energikrevende apparatene i hjemmet. Disse apparatene er i kontinuerlig bruk, og i en undersøkelse fra Sverige i 1991 går det fram at apparater for oppbevaring av mat bruker mellom 25 og 30 prosent av husholdningenes energiforbruk sett bort fra oppvarming av areal og av vann (Holm 1996). Forekomsten av disse apparatene (målt i antall per husholdning) antas å nærme seg et metningspunkt og store energibesparelser kan ventes i forbindelse med utskiftning av de ineffektive apparatene som fortsatt er i bruk i dag.

Energiforbruket følger størrelsen, siden store apparater lekker mer enn små. lekkasjene kan reduseres ved å bruke mer effektiv isolasjon, i tillegg til at designen kan ha innvirkning. Frysebokser, hvor lokket vender oppover, slipper ut mindre kaldluft enn fryseskap når de åpnes, siden kald luft er tyngre enn varm og kaldlufta holder seg derfor nede.

Salg av kjøle- og fryseapparater

Salget av kjøøl-/frys-apparater for årene 1988-1997 er vist i tabell 2. Det har de siste årene blitt solgt 140.000-180.000 kjøleskap (inkl. kombiskap) årlig, mens Norges ca 2,1 millioner husholdninger totalt har hatt 2,31 millioner (basert på en antakelse om at det finnes 110 kjøleskap per 100 husholdninger). (Tallene på husholdninger er basert på NOU 11:1998, hvor beregninger foretatt av Statistisk Sentralbyrå viser at antall husholdninger i Norge i 1995 var 1.995.000 (NOU 1998).) Dette gir en utskiftningstakt for kjøleskap på 15 år. Av frysebokser og -skap (inkl. kombiskap) er det blitt solgt 120.000-160.000. Hvis man regner at det finnes 95 frysere per 100 husholdninger, finnes det 2,0 millioner slike apparater i Norge. Snaut 60 prosent av frysersalget er enkle frysere, disse blir det solgt 70.000-80.000 av hvert år, og utskiftningstakten for rene frysere er da 15 år. Dette stemmer bra med undersøkelser fra USA, hvor utskiftningstakten for kjøleskap ligger på 15 år (von Weizsäcker et al. 1997).

Tab. 2. Salg av kjøøl-/frys-apparater 1988-1997 (Statistisk sentralbyrå 1988-1997).

	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Kombiskap	33015	28142	39260	50747	41680	58475	49748	79077	63375	82039
Kjøleskap	111087	113703	94858	90991	83341	89749	88058	78041	101063	97716
Frysebokser	59869	56857	54866	50071	47973	45759	56017	57487	52680	63696
Fryseskap	12392	11543	12145	19347	25290	27045	16943	16857	17032	20384

Standarder og merking

EU-direktiv 96/57/EC som etter planen skal iverksettes i september 1999 gir regler for det maksimale energiforbruket for kjøøl/frys artikler (EU 1996, EU 1999). Maksimalt tillatt energiforbruk regnes ut som en funksjon av volum. Det er ulike funksjoner for ulike typer produkter, og det er også ulike funksjoner for modeller av samme apparattype som er beregnet for bruk under ulike klimaforhold.

I tillegg til innføringen av energistandard har EU også innført rammedirektivet 92/75/EEC som har skapt et felles EU-system for energideklarasjon av husholdningsapparater. I 1994 ble det antatt et implementeringsdirektiv for deklarasjon av kjøøl-/frys-apparater som innførte et energimerkingssystem A-G, hvor A angir de mest energieffektive apparatene. Senere kom tilsvarende for deklarasjon av vaskemaskiner og tørkeapparater. Det blir arbeidet videre med å utvikle et deklarasjonssystem for oppvaskmaskiner (DOEE 1998).

Tabell 3 viser omtrentlig energiforbruk for ulike typer kjøøl-/frys-apparater i de ulike energiklassene.

Tab. 3. Anslag for årlig energiforbruk (kWh) for ulike kjøle- og fryseapparater fordelt på de ulike energiklassene.

Energiklasse Apparattype	A	B	C	D	Energiforbruk for C- modeller i prosent av A-modellenes energiforbruk
Kombiskap, ca 200 l kjøøl, 100 l frys	325	430	500	550	154 %
Kjøleskap, 300 l	160	210	250	290	156 %
Kjøleskap, 150 l	140	175	220		157 %
Fryseboks, 300 l	240	340	400	450	167 %
Fryseskap, 230 l	280	380	450		161 %

Tallene må ses på som middeltall, og reelt energiforbruk for de enkelte apparater ligger innenfor en margin på +/- 10 prosent omkring middeltallet.

Tallene er basert på opplysninger fra Statens Energimyndighet i Sverige (for A- og B-merkede apparater) (Energimyndigheten 1998) og på tall fra produktkataloger fra Gram, Husqvarna, AEG, Electrolux og Siemens.

I 1994 hadde de energieffektive modellene (A-modeller) en markedsandel på ca 5 prosent i Sverige (Holm 1996). Representanter for forhandlere av AEG, Electrolux og Whirlpool mener at markedsandelen for A-modellene av kjøleskap og kombiskap i dag er 8-10 prosent (Lyse, pers. medd. 1999, Sveum, pers. medd. 1999). Av det resterende markedet ligger hovedtyngden på C-modeller. For frysere er markedsandelen for A-modellene trolig under 5 prosent (Lyse, pers. medd. 1999, Sveum, pers. medd. 1999).

Effektivitetsforbedringer

Siemens målte en nedgang i energiforbruk for sine nye modeller av kombiskap og fryseskap på 20-40 prosent fra 1990 til 1997. Tilsvarende effektivitetsforbedringer fant ikke sted for kjøleskap og frysebokser (Siemens 1998). NOU (1998) viser til en undersøkelse av DEFU (Institutt for forskning og utvikling inden for elforsyningsområdet) i Danmark hvor energiforbruket til nye kombiskap var redusert med 30 prosent fra 1980 til 1996. EU (1999) mener at gjennomsnittlige kjøleskap har hatt en effektivitetsforbedring på 25 prosent fra 1992 til 1999. Med en framskrivning av denne raten for forbedring av energiforbruk, kommer man fram til at apparater kjøpt 1991 i gjennomsnitt har ca 30 prosent høyere energiforbruk enn apparater kjøpt i dag. Ut fra en utskiftningsrate på 15 år kan disse apparatene sees på som gjennomsnittet for kjøøl-/frys-apparatene i hjemmene i dag. Anslåtte tall for gjennomsnittlig energiforbruk for dagens nye apparater, apparater i bruk i hjemmene i dag og for markedets mest energieffektive modeller er vist i tabell 4.

Tab. 4. Anslag for gjennomsnittlig energiforbruk (kWh/år) for konvensjonelle apparater, apparater i bruk i hjemmene i dag ("gjennomsnittsapparater"), for markedets mest energieffektive modeller og for effektivitetsforbedret teknologi (teknologi som er utviklet men som ikke finnes på markedet)..

	Energiforbruk, konvensjonelle apparater ¹ (kWh/år)	Energiforbruk, gjennomsnittsapparat ² (kWh/år)	Energiforbruk, mest effektive apparater ³ (kWh/år)	Energiforbruk, forbedret teknologi (kWh/år) ⁴
Kombiskap 180 l + 100 l	450	585	300	112
Kjøleskap 250 l	225	293	135	65
Fryseboks 300 l	440	572	223	120
Fryseskap 230 l	440	572	281	92

¹Tallene for energiforbruk, konvensjonelle apparater bygger på anslag for gjennomsnittsstørrelse og gjennomsnittlig energiforbruk for nye apparater basert på opplysninger fra Gram, AEG, Electrolux og Siemens.

²Tallene for gjennomsnittsapparater er basert på et anslag om at gjennomsnittsapparatet bruker 30 prosent mer energi enn nye, konvensjonelle apparater.

³Tallmaterialet for energiforbruk, mest effektive apparat bygger på opplysninger fra Statens Energimyndighet i Sverige (Energimyndigheten 1998).

⁴Tallmaterialet for energiforbruk, effektivitetsforbedret teknologi bygger på von Weizsäcker et al (1997) og Nørgård (1989).

Tabell 5 viser antall apparater av ulik type i bruk i Norge og deres totale energiforbruk. Denne gir et totalforbruk av strøm for kjøl-/frys-apparater i Norge på 1,54 TWh/år i 1999. Dette kan reduseres til 0,71 TWh/år ved bruk av de mest energieffektive modellene som finnes på markedet i dag, sparepotensialet er altså 54 prosent.

Tab. 5. Antall kjøl-/frys-apparater i bruk i Norge, deres totale energiforbruk, og energiforbruket hvis alle apparater hadde blitt byttet ut med markedets mest effektive modeller eller byttet ut med forbedret teknologi (som er utviklet men som ikke finnes på markedet)

	Totalantall ¹	Totalt energiforbruk i dag (GWh/år)	Beregnet forbruk, dagens mest effektive modeller (GWh/år)	Beregnet forbruk, forbedret teknologi (GWh/år)
Kombiskap	800.000	468	240	90
Kjøleskap	1.510.000	442	204	98
Frysebokser	850.000	486	190	102
Fryseskap	260.000	149	73	24
Totalt	3.420.000	1545	706	314

Andelen av totalsalget for kjøleskap, kombiskap og fryseskap/-bokser fra tabell 2 ganget med det totale antallet apparater beregnet ut fra dekningsgrader på 110 per 100 husholdninger for kjøleapparater og 95 per 100 husholdninger for fryseapparater, gir totalt antall skap av forskjellig type. Dette totalantallet kombinert med energiforbruket for gjennomsnitts-, mest effektive- og effektivitetsforbedrede apparater fra tabell 4 gir totalt energiforbruk.

¹ Merk at kombiskap regnes som både kjøleskap og fryseskap/-bokser i forbindelse med anslagene på totalantallet av apparater på henholdsvis 2,3 millioner og 2 millioner.

Forbedret teknologi

Men sparepotensialet er enda mye større. von Weizsäcker et al. (1997) nevner at Gram siden 1988 har produsert kjøleskap som bruker 0,45 kWh/liter og år. Materielle og tekniske forbedringer skal gjøre det mulig å redusere forbruket til 0,26 kWh/liter og år. Amerikanske produsenter hadde mål om å få forbruket i kombiskap ned i 0,86 kWh/liter og år i løpet av 1998. De mest energieffektive teknikkene kan redusere forbruket i kombiskap til 0,40 kWh/liter og år (Nørgård 1989). Beregninger av energiforbruk ved bruk av mest energieffektiv teknologi i vanlige husholdningsmodeller finnes apparatvis og for hele landet i henholdsvis tabell 4 og tabell 5. Sparepotensialet på nasjonalt nivå i forhold til dagens maskinpark ved innføring av denne teknologien er 80 prosent.

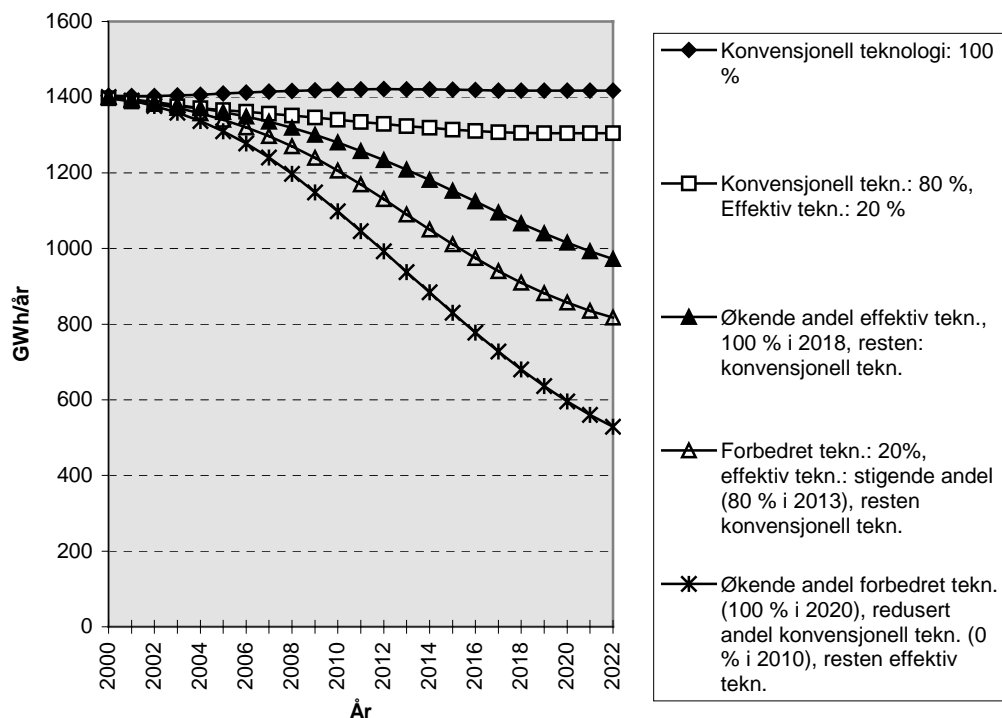
Både materiale, teknologi og design trekkes av von Weizsäcker et al (1997) fram som områder med effektiviseringspotensial. Det er utviklet isolasjonsmateriale 2-12 ganger mer effektivt enn skumplast, som brukes i konvensjonelle apparater. Dette kan redusere lekkasjene fra apparatene betraktelig. Kompressoren kan forbedres, ikke minst ved å ta i bruk Stirlingmotoren. Vifter og lys inne i apparatene fører til oppvarming, og designforbedringer her kan redusere energien som skal til for å holde lav temperatur. Bedre defroster-teknologi kombinert med sensorer som setter i gang defrosting bare når det trengs gir muligheter for ytterligere effektivisering.

Utvikling i energiforbruket for kjøl-/frys-apparater

Figur 1 viser hvordan energiforbruket for kjøl-/frys-apparater vil kunne endre seg over tid ved ulike scenarier for innkjøpsmønster av artiklene. Totalforbruket av strøm i kjøl-/frys-apparater i år 2022 er ca 900 GWh lavere ved det mest effektive scenariet enn ved det minst effektive.

Scenariene viser at hvis effektiviteten i framtidens innkjøpte kjøl-/frys-apparater blir lik som i konvensjonelle apparater av i dag, vil energiforbruket til matoppbevaring gå noe opp i tida som kommer. Dette skyldes at scenariene tar utgangspunkt i at både dagens innkjøpsvolum og dagens utskiftningstakt fortsetter uendret, noe som betyr at antall kjøl-/frys-apparater i år 2020 vil være 3,75 millioner, mot et beregnet antall på 3,42 millioner i dag.

Energiforbruk ved ulike innkjøpsscenarioer



Figur 1: Årlig energiforbruk for alle Norges kjøl-/frys-apparater 2000-2022 ved ulike innkjøpsscenarioer.

I scenariene er det regnet med samme utgangsvolum og sammensetning av kjøl-/frys-apparater i Norge i 1999 som i tabell 5. Det er regnet med samme fremtidige innkjøpsvolum totalt for apparatene, men apparater med effektiv og forbedret teknologi kjøpes i ulik grad.

Det er regnet med at apparatene skiftes ut ved 11-19 års alder. Ved et gitt tidspunkt er 90 prosent av de 19 år gamle apparatene er utskiftet, 80 prosent av 18-åringene etc. For å beregne antall maskiner av hver årsmodell er innkjøpstrendene 1988-1997 forskjøvet bakover og framover i tid. Innkjøpsvolum for årene 2000-2022 holdes konstant; 80.000 kombiskap, 90.000 kjøleskap, 60.000 frysebokser og 20.000 frysescap kjøpes årlig.

1999-modellenes energiforbruk er tatt fra tabell 4, 2. kolonne. For apparater kjøpt før 1999 er energiforbruket regnet som årsmodellspesifikt, utfra en trend basert på undersøkelser fra DEFU (Institutt for forskning og utvikling inden for elforsyningsområdet) i Danmark som viser at energiforbruket for kombikjøleskap endret seg lineært fra 670 kWh/år i 1980 til 463 kWh/år i 1996 (NOU 1998). Konvensjonell teknologi vil si energiforbruk som i, tabell 4, 2.kolonne. Effektiv teknologi vil si energiforbruk som i 4. kolonne, tabell 4. Forbedret teknologi vil si energiforbruk som i tabell 4, 5. kolonne.

Vi ser at energiforbruket for kjøl-/frys-apparater i år 2000 fra denne modellen er noe lavere enn energiforbruket for 1999 beregnet i tabell 5. Dette har sammenheng med at tallene som er brukt for energiforbruk, konvensjonelle apparater i tabell 4 er noe høyere enn tallene som framkom ved DEFUs undersøkelse i Danmark.

2.2. Vask, tørk, oppvask

Vaskemaskiner, oppvaskmaskiner og tørketromler og -skap krever en stor andel av energiforbruket i hjemmene. I følge en svensk undersøkelse fra 1991 var andelen ca 13 prosent av energiforbruket sett bort fra energi til oppvarming av vann og areal (Holm 1996). Totalt energiforbruk i maskinene ligger rundt 1000 kWh årlig for husholdninger med alle tre apparater. For vaskemaskiner og oppvaskmaskiner er det oppvarming av vann som forårsaker det høye energiforbruket.

NOU (1998) har brukt data fra SSBs "Forbrukerundersøkelsene 1970-1995" og vist at for vaskemaskin, oppvaskmaskin og tørketrommel var dekningsgraden (i prosent av husholdningene) i 1994 hhv. ca. 95 prosent, 60 prosent og 45 prosent¹. Dekningsgraden for tørketromler i Nederland i 1998 var 55 prosent (IEA-DSM 1998). Det er rimelig å anta at dekningsgraden for oppvaskmaskiner og tørketromler har økt noe siden 1994. Dette betyr at det i dag er ca 2,0 millioner vaskemaskiner, 1,4 millioner oppvaskmaskiner og 1,1 millioner tørketromler i bruk her i landet.

Tabell 6 viser importstatistikker for vaskemaskiner, oppvaskmaskiner og tørketromler for årene 1988-1997 (Statistisk Sentralbyrå 1988-1997). Det har blitt solgt ca 130.000 vaskemaskiner årlig, noe som betyr at utskiftningstakten er omlag 15 år. Dette tallet er noe høyere enn den gjennomsnittlige levetiden på 13 år som er vist i en amerikansk undersøkelse (Rocky Mountain Institute 1997:2), og utskiftningstakten ligger derfor trolig mellom 13 og 15 år. SSBs forbrukerundersøkelser viser at det bare er vaskemaskiner som har hatt en noenlunde stabil dekningsgrad blant husholdningene de siste årene, og det beste overslaget for utskiftningstakt for de to andre typer av apparater får man derfor trolig ved å bruke anslaget for vaskemaskiner.

Tab. 6. Importstatistikker for vaskemaskiner, oppvaskmaskiner og tørketromler for årene 1988-1997 (SSB 1988-1997).

	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Oppvaskmaskiner	66849	54103	57307	55314	57598	67646	82109	81623	85176	99485
Vaskemaskiner	111457	106935	125642	121971	121892	109537	127003	130719	132750	149600
Tørkemaskiner	46824	34032	36013	30889	36206	35798	38036	39663	33821	43805

I tallene for vaskemaskiner er det også tatt med tall for kombinerte vask-/tørk-maskiner.

Standarder og merking

EU har innført det samme merkesystemet for vaskemaskiner og tørketromler som for fryserer og kjøleskap (A-G-merking). Tilsvarende merkesystem skal også bli tatt i bruk for oppvaskmaskiner. Den tidkrevende prosessen i forbindelse med innføringen av direktivet om maksimalt energiforbruk i fryserer og kjøleskap har imidlertid ført til at EU i arbeidet med andre elektriske artikler heller søker å inngå frivillige avtaler med produsentene om reduksjon av energiforbruk i artiklene. Dette er gjennomført for vaskemaskiner (EU 1999).

Vaskemaskiner

Energiforbruket i vaskemaskiner reduseres først og fremst ved å redusere bruken av varmtvann. Både mengden av vann og oppvarmingstemperaturen gir sparepotensial. I tillegg vil en effektiv

¹ Tallene både for vaskemaskiner og tørketromler inkluderer kombinerte vask-/tørk-maskiner, men det er også disse totaltallene vi er interessert i for å kunne beregne energiforbruket.

sentrifuge redusere tørketida i tørketrommelen og redusere nødvendigheten av å ha en egen tørkemaskin.

Varmevekslerteknikk, der innkommende vann blir varmet opp av det utgående vannet, har ført til energibesparelser de senere årene. Sensorer som merker hvor skittent vannet er og derfor bytter ut forvask-vannet bare når det er nødvendig, fører til at man ikke bruker mer vann enn nødvendig. Likevel kan man få godt resultat ved å holde vasketemperaturen nede. Økt spennvidde av maskiner med ulik størrelse gir maskiner som er bedre tilpasset forskjellige husholdningsstørrelser og fører til effektivisering av energibruk.

I følge en oversikt fra det svenske Konsumentverket brukte den mest effektive vaskemaskinen på markedet i 1998 185 kWh/år ved vaskeaktivitet 200 ganger ved program 60 grader bomull og 5 kg vask (Konsumentverket 1998). Dette betyr et energiforbruk per vask på 0,95 kWh. Energiforbruket ved 40 grader ligger rundt 30 prosent lavere, altså på 125 kWh/år ved samme vaskeaktivitet.

Opplysninger om salg fra forhandlere av AEG, Electrolux, Miele og Whirlpool viser at det er B- og C-merkede vaskemaskiner som selges i størst omfang, disse har et energiforbruk på 220-250 kWh/år ved samme vaskeaktivitet som over (Lyse, pers. medd. 1999, Sveum, pers. medd. 1999). Dette betyr et energiforbruk per vask på 1,19 kWh for nye gjennomsnittsmaskiner.

En svensk undersøkelse fra 1996 viser at 40 graders vasketemperatur ble brukt i 55 prosent av vasketilfellene, 60 grader i 40 prosent og 90 grader i 6 prosent av tilfellene (NUTEK 1996). I den samme undersøkelsen viste det seg at middelvekten på vasken var 2,5 kg. Dette viser at for mange husholdninger er det tilstrekkelig med små vaskemaskiner, disse bruker mindre energi per vask.

En sammenlikning av energiforbruket på nasjonalt nivå ved dagens vaskemaskiner i forhold til markedets mest energieffektive maskiner er vist i tabell 7. Sparepotensialet på nasjonalt nivå er 38 prosent.

Avanserte vaskemaskin-modeller prøvd i Danmark bruker 145 kWh/år ved vaskeaktivitet 200 ganger ved program 60 grader bomull og 5 kg vask. Dette gir et sparepotensial i forhold til markedets mest effektive modeller på 22 prosent (von Weizsäcker et al 1997). Ytterligere effektiviseringstiltak kan redusere strømforbruket til 50 kWh/år ved samme vaskebelastning ved å bruke andre energikilder, f.eks solvarme, til å varme opp vannet, strømforbruket kan altså reduseres med minst 2/3 ved bruk av *forbedrede maskiner* (teknologi som er utviklet men som ikke finnes på markedet) i forhold til markedets mest effektive modeller.

Tab. 7. Energiforbruk per vask og totalt årlig energiforbruk i vaskemaskiner i Norge for gjennomsnittsmaskiner, markedets mest effektive maskiner og for forbedrede maskiner (maskiner som enda ikke er tilgjengelig på markedet).

	Energiforbruk per vask	Energiforbruk totalt per år ⁴
Gjennomsnittsmaskiner¹	1,20 kWh	480 GWh
Mest effektive maskiner²	0,75 kWh	300 GWh
Forbedrede maskiner³	0,25 kWh	100 GWh

¹Energiforbruk per vask, gjennomsnittsmaskiner er regnet ut ved å anta en utskiftningstakt på 14 år. Da er 1992-maskinene gjennomsnittsmaskinene i hjemmene i dag. Siemens oppgir en reduksjon på 18 prosent i energiforbruk fra 1988 til 1996 for sine nye modeller. Man kan derfor anta at maskinene fra 1992 bruker 15 prosent mer strøm enn en gjennomsnitt 1999-modell. Energiforbruket for gjennomsnittsmaskinen er derfor 1,37 kWh/vask ved 60 grader. Hvis halvparten av vaskene gjøres på 40 grader og noen på 90 grader, blir gjennomsnittsforkbruket per vask 1,2 kWh.

²For å finne tilsvarende tall for de mest effektive maskinene, må man ta hensyn til at den mest effektive kombinasjonen av vaskemaskiner i husholdningene også inkluderer noen småmaskiner. I tillegg kan en større andel av vaskene tas ved 40 grader med mer effektiv vasketeknologi. De mest effektive store oppvaskmaskinene i dag har et energiforbruk på 0,95 kWh ved 60 grader. Med 60 prosent av vaskene tatt ved 40 grader, noe ved 90 grader og noe bruk av små maskiner, blir gjennomsnittsforkonsumet per vask med effektive maskiner 0,75 kWh.

³For forbedrede maskiner er det tatt utgangspunkt i at en ved bruk av alternative energikilder til oppvarming av vannet i maskinen kan spare 2/3 av strømforkonsumet.

⁴For å finne energiforbruk nasjonalt er det tatt utgangspunkt i at det finnes 2 millioner maskiner totalt i Norge og at gjennomsnittsmaskinen brukes 200 ganger i året.

Tørketromler

Tørketromler er ofte det apparatet, bortsett fra fryserer og kjøleskap, som krever mest energi i de hjemmene hvor de finnes. Gjennomsnittlig energiforbruk per tørkeomgang ligger på 3,5-4,0 kWh for tørkeomganger på 5 kg. De mest energieffektive konvensjonelle modellene på markedet bruker 3,35 kWh per tørkeomgang, og det finnes ingen tørketromler med A- eller B-merking. Her er det heller ikke mye å spare på å produsere små apparater, siden tørketiden innstilles etter hvor mye som skal tørkes. Bedre sensorer for måling av fuktighet har allikevel redusert energiforkonsumet noe ved at maskinen slår seg av tidligere enn den ellers ville gjort.

Apparater som bruker mikrobølge-teknologi har vist seg 12 prosent mer energieffektive enn konvensjonelle maskiner (Rocky Mountain Institute 1997:1). En internasjonal energieffektivitetskonkurranse resulterte i at AEG ved hjelp av varmpumpeteknologi framstilte en tørketrommel som forbruker 50 prosent mindre energi enn konvensjonelle maskiner; 1,8 kWh per tørkeomgang (IEA-DSM 1998). Disse maskinene er de mest effektive på markedet, men er foreløpig relativt dyre.

En sammenlikning av energiforkonsumet på nasjonalt nivå ved dagens tørketromler i forhold til maskiner som tar i bruk varmpumpeteknologi (dagens mest effektive maskiner) er vist i tabell 8. Sparepotensialet er 53 prosent. Bruk av andre energikilder enn elektrisitet til oppvarming kan redusere strømforkonsumet ytterligere (forbedret teknologi som er utviklet men som ikke finnes på markedet) (tabell 8).

Tab. 8. Energiforbruk per tørkeomgang og totalt årlig energiforbruk i tørketromler i Norge for gjennomsnittsmaskiner, de mest effektive modellene på markedet og maskiner som bruker forbedret teknologi (teknologi som ennå ikke er på markedet).

	Energiforbruk per tørkeomgang	Energiforbruk totalt per år
Gjennomsnittsmaskiner	3,8 kWh	418 GWh
Mest effektive maskiner	1,8 kWh	198 GWh
Forbedret teknologi	0,6 kWh	66 GWh

For å finne energiforbruk nasjonalt er det tatt utgangspunkt i at det finnes 1,1 millioner maskiner totalt i Norge og at gjennomsnittsmaskinen brukes 100 ganger i året ved tørkeomganger på 5 kg.

Tallene for meste effektive maskiner gjelder AEGs varmpumpetrommel, som ennå ikke er introdusert til det norske markedet. Modellen er i ferd med å bli introdusert i en del andre europeiske land (IEA-DSM 1998).

For forbedrede maskiner er det regnet at en ved bruk av alternative energikilder til oppvarming av lufta i maskinen kan spare 2/3 av strømforkonsumet.

Oppvaskmaskiner

Man sparer nesten 20 prosent av energiforbruket til en oppvaskmaskin ved å vaske ved 55 grader i stedet for 65 grader (Rocky Mountain Institute 1997:1), og denne vasketemperaturen er vanligvis tilstrekkelig for husholdsformål. Varmevekslerteknikk, sensorer og en større spennvidde i tilbudte maskinstørrelser har ført til energibesparelser de senere årene. Det går også an å spare energi ved å fabrikkinnstille maskinene på lufttørking istedenfor maskintørking.

For oppvaskmaskiner sammenlikner man energiforbruket ved å måle energiforbruket ved 65 graders normalprogram. De mest effektive oppvaskmaskinene på markedet i dag bruker 1,1 kWh per vask, mens maskiner i den andre enden av skalaen bruker 1,5 kWh (Produktkataloger fra AEG, Electrolux, Siemens, Miele, Zanussi).

Små maskiner (1,1 kWh per vask for 8 kuverter) bruker noe mindre energi enn store (1,3-1,4 kWh per vask for 12 kuverter). Mikromaskiner bruker 0,75 kWh per vask for 4 kuverter, og for framtida finnes det et sparepotensial her ettersom middelhusholdningen blir mindre og mindre.

En sammenlikning av energiforbruket på nasjonalt nivå ved dagens oppvaskmaskiner i forhold til markedets mest energieffektive maskiner er vist i Tabell 9. Sparepotensialet er 37 prosent, og dette kan økes ytterligere ved å bruke andre former for oppvarming av vann, som nevnt i avsnitt 0. Det er derfor rimelig å anta at man kan spare ytterligere 2/3 av strømmen som brukes i markedets mest effektive modeller av i dag ved bruk av forbedret teknologi.

Tab. 9. Energiforbruk per vask og total årlig energibruk for oppvaskmaskiner i Norge for gjennomsnittsmaskiner, markedets mest effektive maskiner og for forbedrede maskiner.

	Energiforbruk per vask	Energiforbruk totalt per år
Gjennomsnittsmaskiner	1,5 kWh	420 GWh
Mest effektive maskiner	0,9 kWh	252 GWh
Forbedrede maskiner	0,3 kWh	84 GWh

Energiforbruk per vask, gjennomsnittsmaskiner er regnet ut ved å anta en utskiftningstakt på 14 år. Da er 1992-maskinene gjennomsnittsmaskinene i hjemmene i dag. Siemens oppgir en reduksjon på 30 prosent i energiforbruk, normalprogram, fra 1987 til 1996 for sine nye modeller. Man kan derfor anta at maskinene fra 1992 bruker 20 - 25 prosent mer strøm enn en gjennomsnitts 1999-modell. Energiforbruket for gjennomsnittsmaskinen er derfor 1,65 kWh i normalprogram. Hvis halvparten av oppvaskene gjøres på 55 grader, blir gjennomsnittsforkbruket per vask 1,5 kWh.

For å finne tilsvarende tall for de mest effektive maskinene, må man ta hensyn til at den mest effektive kombinasjonen av oppvaskmaskiner i husholdningene også inkluderer noen småmaskiner og mikromaskiner. I tillegg kan en større andel av vaskene tas ved 55 grader med mer effektiv vasketeknologi.

De mest effektive store oppvaskmaskinene i dag har et energiforbruk på 1,1 kWh ved normalprogram. Med 2/3-deler av vaskene tatt ved 55 grader og noe bruk av små maskiner, blir gjennomsnittsforkbruket per vask med effektive maskiner 0,9 kWh.

For forbedrede maskiner er det tatt utgangspunkt i at en ved bruk av alternative energikilder til oppvarming av vannet i maskinen kan spare 2/3 av strømforbruket.

For å finne energiforbruk nasjonalt er det tatt utgangspunkt i at det finnes 1,4 millioner maskiner totalt i Norge, og at gjennomsnittsmaskinen brukes 200 ganger i året.

3. Forbrukerelektronikk

Energibruk i forbrukerelektronikk utgjør en stadig økende andel av totalt energiforbruk i husholdningene. I Nederland økte andelen fra 8 prosent til 12 prosent fra 1992 til 1996 (Huenges Wajer 1999), og det er grunn til å anta en liknende utvikling i Norge. Utviklingen framover er kan bli preget av en rekke faktorer, deriblant:

- økt antall forbrukerelektroniske apparater i husholdningene.
- økt funksjonalitet for apparatene og økt antall funksjoner.
- økt antall av apparater som trenger et annet elektrisk apparat for å fungere.
- økt antall apparater som leveres med standby-mulighet, men redusert energibruk i standby.

Tallet på forbrukerelektroniske apparater i husholdningene er ventet å stige kraftig fordi det blir flere forskjellige apparater og fordi hver husholdning skaffer seg flere utgaver av samme type apparat. Denne økningen i volum kan reduseres av at det kommer apparater som innehar flere funksjoner. Imidlertid krever en del nye apparater tilleggssapparater som strømomformere for å fungere, og disse krever også strøm. Slike tilleggsapparater leveres ofte uten av-knapp, og de bruker energi også når de ikke er aktive. Dette gjelder blant annet ofte for batteriladere, telefonsvarere, IRD (Integrated Receiver-Decoders) og strømomformere.

Holm (1996) hevder at 56 prosent av den totale energibruken til apparater som radio, TV, stereoanlegg og videospillere brukes i standby-posisjon. Tabell 10 viser en oversikt over standby-forbruk av strøm for forbrukerelektronikk i husholdningene.

Tab. 10. Standby-forbruk av strøm for ulike elektriske artikler (EU 1999).

Artikkel	Forbruk i standby- eller av-posisjon
TV	1-13 W
VCR	5-19 W
Større kassettradio	0-18 W
Klokkeradio	1-3 W
Mikrobølgeovn	2-6 W
Batterilader	2-4 W
Telefonsvarer	2-4 W
Stereoanlegg	0-12 W
Bærbar kassettradio	0-5 W
Integrert mottaker-dekoder (IRD) for digitale TV-signaler	8-20 W
Ytre strømomformere (Power Supply) og ladere for blant annet trådløse telefoner, mobiltelefoner, discman etc.	1-7 W

3.1. TV-apparater og videospillere

Energibruk

En undersøkelse fra Nederland i 1999 viser at det i 1996 var 166 TV-apparater per 100 husholdninger. Dette hadde endret seg fra 142 apparater per 100 husholdninger i 1990 (Huenges Wajer, 1999). Det er rimelig å anta en lignende forekomst og innkjøpsmønster for TV-apparater i Norge, hvilket vil si at det i Norges ca 2.000.000 husholdninger i 1996 fantes ca 3.320.000 TV-apparater, mens det i 1990 fantes ca 2.500.000 TV-er i Norges ca 1.750.000 husholdninger.

De senere årene har tallet på innkjøpte TV-er ligget rundt 300.000 i året (se tabell 11). Stigningen i kjøpstall de senere år kan tilskrives dels en høyere utskiftningstakt, dels at det blir flere husholdninger og dels at det finnes flere og flere apparater per husholdning. Siden forekomsten av apparater har steget en del, kan man ikke regne at alle som kjøpes i dag går til å skifte ut gamle utgaver. Trolig går rundt 270.000 -280.000 TV-er til utskifting årlig, hvilket vil si at gjennomsnittlig utskiftningsalder for TV-apparater i dag er ca 12 år.

Tab. 11. Oversikt over salg av TV-apparater og videospillere i Norge 1990-1997 basert på importstatistikker fra Statistisk Sentralbyrå (SSB 1988-1997).

Årstall	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Solgte TV	175369	214705	240766	229805	293351	277686	298936	353970
solgte VCR	92892	96499	102018	104578	127252	142337	131843	131388

For videospillere var det i Nederland i 1997 ca 83 videospillere per 100 husholdninger. Tallet hadde steget fra 57 i 1990 (Huenges Wajer, 1999). Ved å bruke tilsvarende tall for Norge, kommer man fram til at det i 1997 fantes 1.660.000 videospillere her i landet. For 1990 var tallet ca 1.000.000. Det er vanskelig å beregne noen utskiftningstakt ut fra disse dataene siden videospilleren er en nykommer i floraen av elektriske apparater i hjemmene, men det er naturlig å anta en liknende utskiftningstakt som for TV-er.

Standby-forbruk

Figur 2 viser hvordan standby-forbruket for nye TV-apparater og videospillere i Sveits har endret seg de siste 4 årene (fra Scmitz 1999). I 1994 lå gjennomsnittlig effektbruk for TV-er i stand-by på ca 7,5 W, mens det i 1997 hadde sunket til ca 4,5 W. Tilsvarende undersøkelser for videospillere viste henholdsvis 10 W og 6 W. Det er trolig ikke helt korrekt å overføre disse tallene til norsk sammenheng, siden det har vært mindre oppmerksomhet rundt energieffektive husholdningsartikler i Norge enn i mange andre europeiske land. I tillegg vil en utskiftningstakt på 12 år bety at gjennomsnittsutgaven av TV-er og videospillere som er i bruk i dag har et noe høyere standby-forbruk enn 1994-utgavene. Et rimelig anslag for standby-forbruk i TV-er og videospillere som er i bruk i dag er derfor henholdsvis 9 W og 12 W.

De mest energieffektive TV-apparatene som finnes på markedet i dag drar en effekt i stand-by på under 0,4 W, mens tilsvarende tall for videospillere er 0,5 W (Philips 1999).

Forbruk i på-posisjon

Også når apparatene er påslått finnes det et stort energisparepotensial. Av TV-er som selges i dag, utgjør apparatene i størrelsesorden 25" til 29" ca 40 prosent av markedet (Statistisk Sentralbyrå 1988-1997). Disse drar en effekt på rundt 110 W når de er i bruk. Eldre modeller drar høyere effekt, mens mindre utgaver bruker mindre. Nye 14" TV-er drar ned i 35 W mens 10 år gamle store utgaver kan dra over 150 W. Trenden har vært at apparatene blir mer energieffektive, men samtidig kjøper folk større modeller som bruker mer strøm. Det er de største apparatene som brukes mest og utgjør en hoveddel av de omtrent 2,2 millioner TV-er som er i daglig bruk, så man kan regne at snitteffekten for disse er ca 120 W.

For videospillere i bruk er trolig sparepotensialet ved å bruke mer effektiv teknologi neglisjerbart siden apparatene bruker lite strøm (ca 20 W) og siden de ikke brukes mye.

Sparepotensial i på-posisjon

Bedre halvledere og bedre skjermteknologi har redusert strømforbruket til TV-apparatene. Grundig oppgir at de produserer 25 " TV-apparater som bruker ca 70 W i på-posisjon (Grundig, produktkatalog 1999). Disse er trolig de mest effektive apparatene i denne størrelsesgruppen som finnes på markedet i dag. Imidlertid setter dagens billedrør en begrensning på det teoretiske sparepotensialet. Billedrøret trenger opplysning fra en lampe, og denne krever ofte en effekt på opp mot 100 W.

LCD-teknikken eller andre flatskjerm-teknikker vil trolig kunne føre til energieffektivisering. Denne utviklingen kan imidlertid bli motvirket av en utvikling i retning av større skjermer og høyere frekvens i bildescanningen, noe som vil gi motsatt effekt på energiforbruket. Det er imidlertid framstilt skjermer som bruker ned i 10 W med LCD-teknikk (Huenges Wajner 1999).

Tabell 12 viser apparatvis og nasjonalt årlig energiforbruk for gjennomsnittlige og effektive TV-apparater og videospillere i stand-by og på-posisjon.

Tab. 12. Energiforbruk for gjennomsnittlige og effektive TV-apparater og videospillere i stand-by og på-posisjon

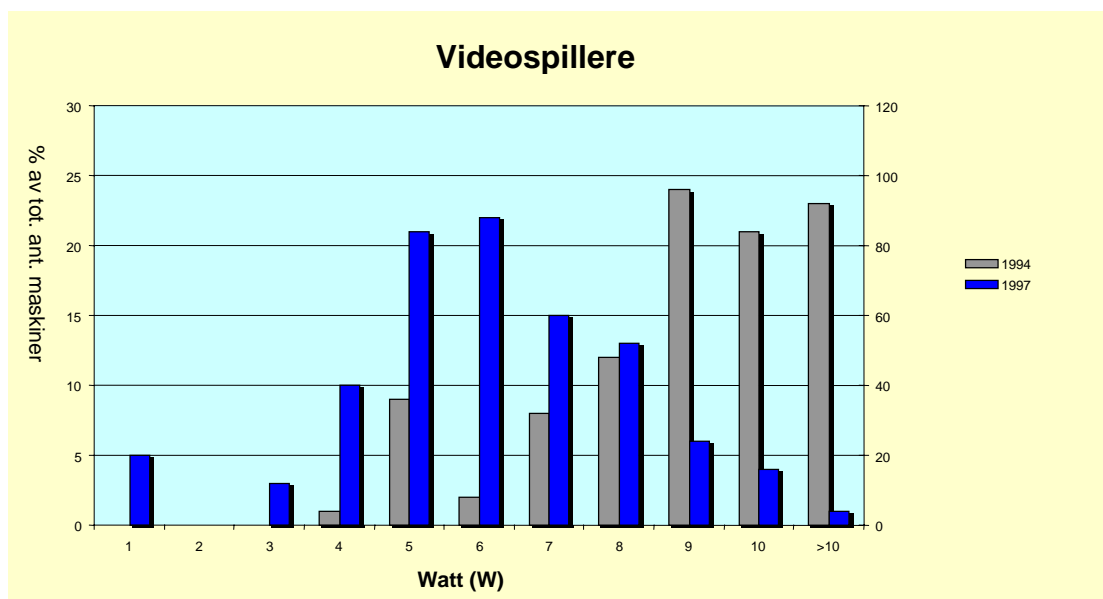
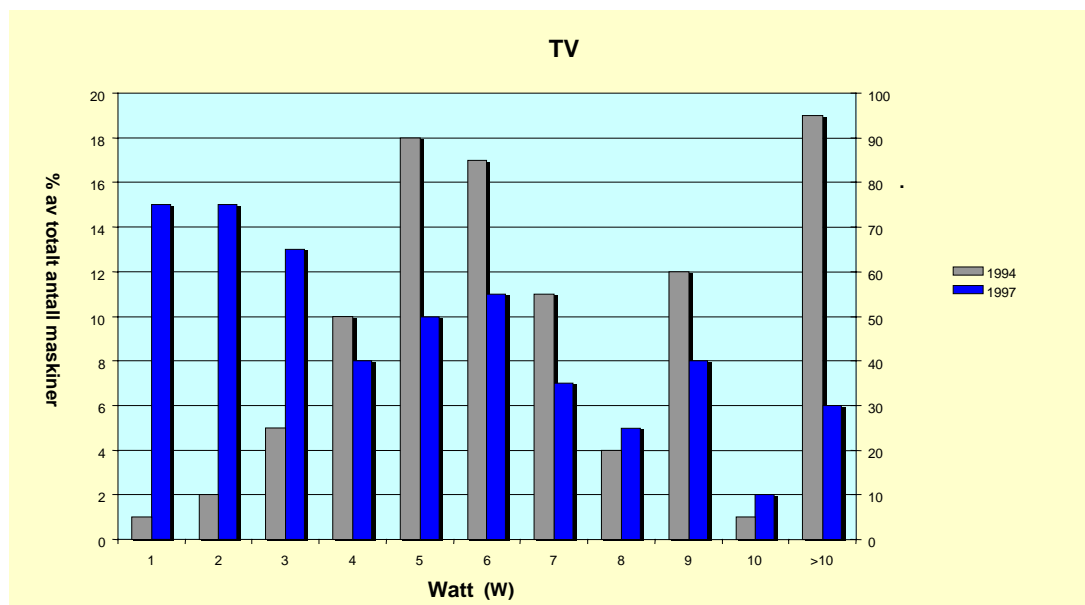
	Apparatvis energiforbruk, gjennomsnitts-apparater	Nasjonalt energiforbruk gjennomsnitts-apparater	Apparatvis energiforbruk, dagens mest effektive apparater	Nasjonalt energiforbruk, dagens mest effektive apparater
TV, stand-by	9 W	117 GWh/år	0,4 W	5 GWh/år
TV, på	120 W	290 GWh/år	70 W ¹ (10 W ²)	170 GWh ³ /år (24 GWh ⁴)
VCR, stand-by	12 W	100 GWh/år	0,5 W	4 GWh/år

1. Mest effektive billedrørmodeller på markedet i dag

2. Apparater med LCD-skjermteknologi

3. For TV-apparater er det regnet at 2,2 millioner TV-er er i bruk 3 timer hver dag, og at de fleste av disse (1,7 millioner) står i stand-by når de ikke er i bruk. For videospillere er det tatt utgangspunkt i daglig brukstid på 1 time og at 60 prosent står i stand-by utenom bruk.

4. Anslaget for hvor mange som lar apparatene stå i stand-by er trolig noe konservative, spesielt gjelder dette for videospillere, siden mange videospillere leveres uten av/på-knapp. Det kan vise seg at sparepotensialet i stand-by er opp mot 150 GWh årlig for både TV-er og videospillere.



90140035 18.01.99

Figur 2: Endringer i effektbruk i stand-by posisjon for nye TV-apparater og videospillere solgt i Sveits fra 1994 til 1997 (fra Schmitz 1999).

3.2. Audio

Importen av CD-spillere og radioer i Norge 1995-1997 er vist i tabell 13. En undersøkelse fra Nederland i 1996 viste at det var 85 CD-spillere per 100 husholdninger (Huenges Wajer 1996). Ved tilsvarende dekningsgrad i Norge var det i 1996 snutt 1,8 millioner CD-spillere i Norge. De fleste av disse CD-spillere går inn som et element i et stereoanlegg, så vi kan regne med at det fantes 1,4 millioner stereoanlegg i Norges husholdninger i 1996.

For stereoanlegg i drift er det trolig lite å hente på energieffektivisering, mens effektiviseringspotensialet er stort i forbindelse med standby-forbruk. Gjennomsnittlig energiforbruk i standby er omkring 8 W. Hvis man regner med at gjennomsnittsstereoanlegget står i standby 8 timer hver dag, er det årlige standbyforbruket for Norges stereoanlegg 33 GWh. For de mest effektive stereoanlegg og radioapparater oppgir produsentene at stand-by-forbruket er under 1 W.

Tab. 13. Import av CD-spillere og radioer til Norge 1995, 1996 og 1997 basert på importstatistikker fra Statistisk Sentralbyrå (SSB 1988-1997).

Årstall	1995	1996	1997
Radioer	879000	913000	937000
CD-spillere	171000	195000	183000

Det blir solgt 5 ganger så mange radioer som CD-spillere, og tallet på radioer i Norge skulle dermed være omkring 5 ganger så høyt som tallet på CD-spillere, dvs. 9 millioner. Imidlertid vil trolig flesteparten av disse være avslått store deler av tiden, så man kan regne at 2 millioner radioer er i daglig bruk. Tabell 14 viser energiforbruk for gjennomsnittlige og effektive stereoanlegg og radioapparater i stand-by posisjon apparatvis og på nasjonalt nivå.

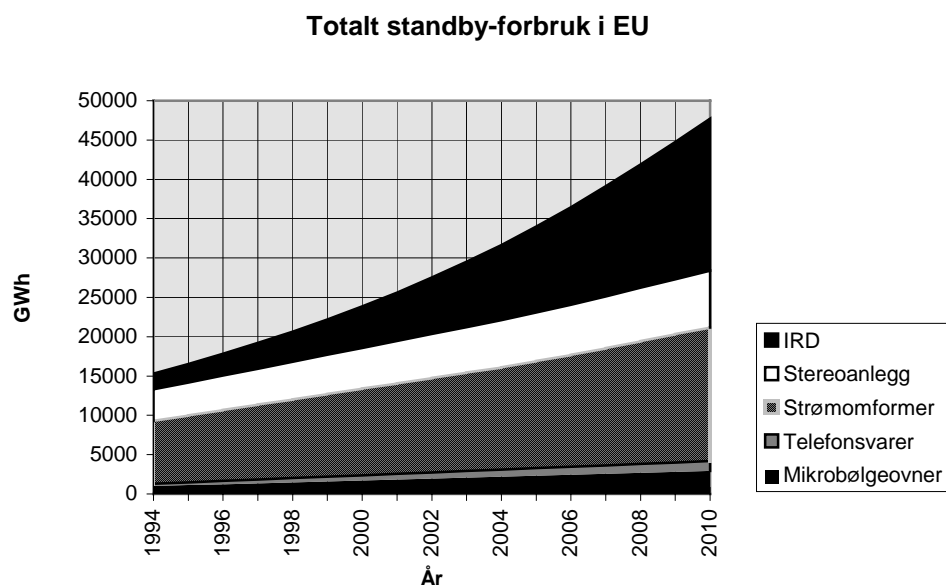
Tab. 14. Energiforbruk for gjennomsnittlige og effektive stereoanlegg og radioapparater i stand-by posisjon.

	Apparatvis energiforbruk, gjennomsnittsmaskiner	Nasjonalt energiforbruk, gjennomsnittsmaskiner	Apparatvis energiforbruk, dagens mest effektive maskiner	Nasjonalt energiforbruk, dagens mest effektive maskiner
Stereo, stand-by	8 W	33 GWh/år	1 W	4 GWh/år
Radio, stand-by	8 W	47 GWh/år	1 W	6 GWh/år

Tallene for nasjonalt energiforbruk er basert på at 1,4 millioner stereoanlegg og 2 millioner radioapparater står i stand-by posisjon 8 timer hver dag.

3.3. Andre brunevarer

Figur 3 viser en beregning av standby-forbruket totalt for EU-landene i dag og framskrevet til år 2010 for noen elektriske artikler. De framskrevne beregningene er basert på en antagelse om at IRD² og strømomformere³ og ladere⁴ i framtida vil bli allemannseie, og at ingen av de fem artiklene vil bli mer energieffektive i standby i framtida enn de er i dag.



Figur 3: Beregning av standby-forbruket totalt for EU-landene 1994-2010 for IRD, stereoanlegg, strømomformere, telefonsvarere og mikrobølgeovner (etter Molinder 1997).

Norge har ca 1,15 prosent av befolkningen i EU-landene, og siden dekningsgraden for elektroniske artikler trolig er høyere i Norge enn i EU kan man regne at antallet elektriske husholdningsartikler i Norge er ca 1,3 prosent av antallet i EU. Dette vil si at de fem artiklene som er nevnt i figur 3 trekker ca 300 GWh i strøm i 1999. Uten mer energieffektiv teknologi vil forbruket i 2010 være ca 600 GWh.

Figur 4 viser tre framtidsscenarier hvor energieffektiviseringspotensialet blir utnyttet i ulik grad. En identisk takt for innkjøp av artiklene er lagt til grunn for alle tre scenarier. BAU (Business as Usual) viser et scenarie der ingen av de fem artiklene vil bli mer energieffektive i standby i framtida enn de er i dag. MDD (Manufacturer driven development) tar høyde for at naturlig teknologiutvikling og konkurranse mellom produsenter vil føre til at det utvikles mer energieffektive artikler. MEE -scenariet (Maximum Energy Efficiency) trenger politisk inngripen.

² IRD (Integrated Receiver-Decoders) brukes til å omforme digitale kringkastingssignaler til signaler som kan brukes av TV-en.

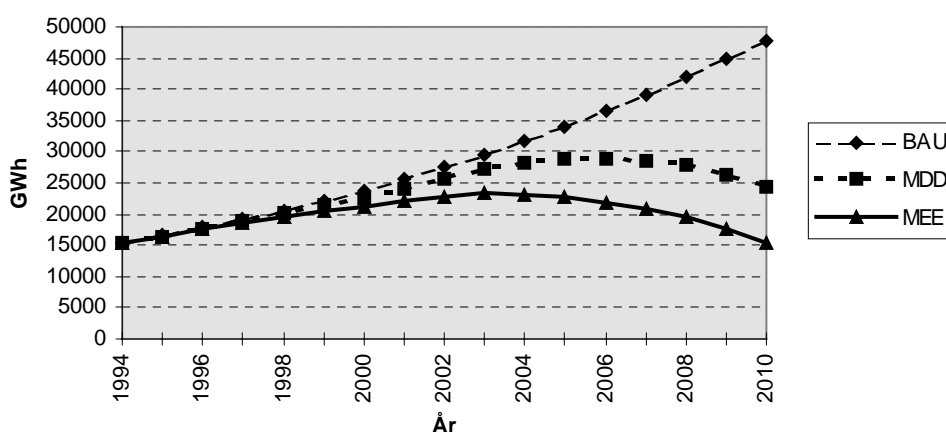
³ Utfører reduksjon av spenningen (220 V - 12 V) og likeretting av strømmen for å gjøre elektrisitet tilgjengelig for apparater eller deler av apparater som ikke kan forsynes direkte fra strømmettet.

⁴ Bærbare, oppladbare apparater trenger ladere som kan omforme energi fra strømmettet. Laderne og omformerne har ofte ingen av-knapp og bruker energi kontinuerlig sjøl om de ikke er i aktivitet.

I forhold til scenariet hvor det ikke skjer noen teknologisk utvikling viser MEE-scenariet at energieffektiviseringspotensialet er på 70 prosent. En tilsvarende teknologiskift i dag for de fem aktuelle artiklene ville bety en reduksjon i standby-forbruk fra ca 300 GWh til ca 100 GWh. Dette er vist i tabell 15.

Tilsvarende beregninger for andre husholdningsartikler, som klokkeradioer og mikrobølgeovner har ikke latt seg oppdrive, og det er heller ikke gjort noe studium på energieffektiviseringspotensialet i drift for disse artiklene. Tabell 10 kan allikevel gi en indikasjon på hva som kan spares. Felles for de nevnte apparatene er at de ofte står i standby hele døgnet og derfor bruker mye strøm.

Energiforbruk for ulike scenarier



Figur 4: Scenarier for utviklingen av totalt strømforbruk i standby for EU-landene for følgende elektroniske apparater: mikrobølgeovner, telefonsvarere, strømformere, stereoanlegg og IRD. BAU (Business as Usual) viser et scenarie der ingen av de fem artiklene vil bli mer energieffektive i standby i framtida enn de er i dag. MDD (Manufacturer driven development) tar høyde for at naturlig teknologiutvikling og konkurranse mellom produsenter vil føre til at det utvikles mer energieffektive artikler. MEE -scenariet (Maximum Energy Efficiency) trenger politisk inn gripen. (Gjengitt etter Molinder 1997)

Tab. 15. Stand-by forbruk for IRD, stereoanlegg, strømformere, telefonsvarere og mikrobølgeovner for gjennomsnittsmaskiner og for dagens mest effektive teknologi.

	Gjennomsnittsmaskiner	Dagens mest effektive maskiner
Stand-by forbruk	300 GWh/år	100 GWh/år

Tallene for energiforbruk er basert på opplysninger fra EU-landene etter Molinder (1997). Maskinparken i Norge er beregnet å være 1,3 % av EU-landenes. For mest effektiv teknologi er det tatt utgangspunkt i Molinders framtidsscenarier som viser at strømforbruket kan reduseres med 70 % dersom det blir økt oppmerksomhet rundt energieffektivisering blant produsenter og i politikken.

3.4. Kontorutstyr

I den industrialiserte del av verden representerer kontorutstyr den raskest økende bruk av elektrisitet. Ikke minst i hjemmene er det en rask økning i forekomsten av maskiner som fax, PC og kopimaskiner. De krever mye strøm når de er aktive, og står ofte i stand-by når de ikke er i bruk for å kunne motta informasjon eller for at bruken av dem skal være tilgjengelig på kort varsel.

Merking

Merkeordningen for energieffektivitet i kontorutstyr begrenser seg til å bekrefte/avkrefte om maskina har en hvilefunksjon (standby) som trer i kraft hvis maskina har stått ubenyttet i en bestemt tidsperiode, og om denne tilfredsstillende visse krav til maksimalt energiforbruk. Energy Star-ordningen fra amerikanske EPA (Environmental Protection Agency) finnes for datamaskiner, faxmaskiner, skrivere og kopimaskiner. For datamaskiner krever Energy Star at maskina går inn i en hvilemodus med maksimalt 30 W energiforbruk innen 15 minutter etter siste tastetrykk. Kravene til maksimalt energiforbruk i hvilemodus for fax-maskiner og skrivere ligger i samme størrelsesorden (EPA 1999).

TCO'92- og TCO'95-merkeordningene stiller krav om at det skal fremkomme opplysninger om energiforbruk i forskjellige modi hos maskinene, men bortsett fra for energiforbruket i hvilemodus (8 W for monitører) finnes det ingen energiterskler man må holde seg innenfor.

Datamaskiner

Totalsalget av datamaskiner og sentralenheter i Norge de siste årene er vist i Tabell 16. Disse tallene kan sees på som overslag over hvor mange maskiner som har blitt satt inn i bruk hvert enkelt år. Den gjennomsnittlige datamaskina har en levealder på 5-7 år (Rocky Mountain Institute 1997:2). Med anslag på 700.000 for salg av datamaskiner og sentralenheter i 1998 og foreløpig i 1999, og med antakelse om at alle maskiner kjøpt i 1993 eller senere er i bruk, finnes det ca 2,2 millioner datamaskiner i bruk i Norge i dag. Av disse kan man regne med at ca 30 prosent fins i husholdningene, mens resten finnes i næringssektorene.

Tab. 16. Import av datamaskiner og sentralenheter for datamaskiner 1988-1997 (SSB 1988-1997).

1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
139469	186414	203195	243854	207762	195240	221397	304678	373892	481155

En lite effektiv desktop-maskin med skjerm drar en effekt på 150 W når den er påslått (von Weizsäcker et al 1997). Mer typisk er 120-130 W. NOU (1998) viser til en undersøkelse fra DEFU (Institutt for forskning og utvikling inden for elforsyningsområdet) i Danmark som viste at effektkravet til nye PC-er har gått ned fra ca 350 W i 1986 til ca 150 W i 1996. Reduksjonen i effektkrav har foregått nokså lineært gjennom årene.

Hoveddelen av energiforbruket skjer i monitoren, som fungerer som en TV-skjerm, og forskjellene i energiforbruk med konvensjonell monitorteknologi kan variere med en faktor på fire. Også i prosessoren finnes det forbedringspotensial, blant annet ved å ta i bruk mer effektive halvledere.

Slike sparepotensial blir allikevel småting i forhold til effektivitetsforbedringer som har kommet innenfor området for laptop-maskiner. Laptop-maskiner må være energieffektive for å

kunne bli benyttet i lang tid sammenhengende uten å måtte lades. Avansert skjermteknologi og avansert strømhusholderi med avstengning av energiforsyningen til alle deler av maskina som ikke er i bruk har fått strømforbruket til en vanlig laptop-maskin ned i 15 W (Baltscheffsky 1996), men ekstra effektive maskiner bruker ned i 2 W (von Weizsäcker et al 1997).

Energieffektiviseringspotensialet trues av en utvikling mot raskere maskiner, med større minne og større skjermer. 17 tommers fargeskjermer drar en effekt som er 35 prosent høyere enn 14 tommers skjermer (Baltscheffsky 1996).

Standby-forbruk

Energy Star-merkede monitorer slukkes automatisk en viss tid etter at siste tastaturtrykk er gjort. Slukking av skjermen må ikke forveksles med skjermsparer, som ikke sparer energi. 80 prosent av alle monitorer som ble solgt i Sverige i 1995 var Energy Star-merket (Baltscheffsky 1996), og av norske datamaskiner som er i bruk i dag er de fleste Energy Star-merkede. Energiforbruket blant Energy Star-merkede datamaskiner varierer imidlertid mye, fra 0,1 W til 30 W, og svært mange ligger opp mot grensen på 30 W. Et raskt overblikk på listen over Energy Star-godkjente datamaskiner gir inntrykk av at gjennomsnittsförbruket i standby ligger på 15-20 W. For monitorer ligger snittet på 10-11 W, mens den beste ligger på 0,2 W (Energy Star 1999).

Tabell 17 viser en oversikt over energiforbruk for gjennomsnittlige og effektive datamaskiner i Norge og for nasjonalt energiforbruk ved bruk av de to typene maskiner. For å finne energiforbruket for maskinene i husholdningssektoren må tallene for nasjonalt energiforbruk som er oppgitt i tabellen deles på tre.

Tab. 17. Energibruk for gjennomsnittlige og effektive datamaskiner i Norge. (For å finne energiforbruket for maskinene i husholdningssektoren må tallene for nasjonalt energiforbruk deles på tre, fordi datamaskiner på arbeidsplasser også er inkludert i tallene)

	Standby-forbruk	Forbruk i drift	Nasjonalt energiforbruk
Datamaskiner, gjennomsnittlige	20 W	150 W	440 GWh
Datamaskiner, effektive	0,3 W	10 W	25 GWh

I tallene for totalt nasjonalt energiforbruk er det beregnet at gjennomsnittsmaskinene er i drift 3 timer hver dag og at den står i stand-by 5 timer hver dag. Totalt antall datamaskiner i Norge er antatt å være 2,2 millioner.

Skrivere

Blekk- og matriseskrivere har et energiforbruk ved aktivitet som kan være nede i 5 prosent av energiforbruket til laserskrivere (von Weizsäcker et al 1997, Rocky Mountain Institute 1997:2). Typiske laserskrivere bruker 200-300 W ved aktivitet.

Importen av skrivere for årene 1989-1997 er vist i tabell 18. Skrivere kan antas å ha omtrent samme levetid som en datamaskin, altså 5-6 år. Tallet på skrivere i Norge er da ca 1 million.

Tab. 18. Import av skrivere av ulik type for årene 1989-1997 (SSB 1988-1997).

	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Matrise	20226	20594	24078	18576	23778	25193	32460	34067	70350
Laser	8499	11355	17277	18365	27078	30342	39417	49709	63655
Annet	26477	30499	62832	68280	74912	97586	144509	135118	194474

Under kategorien annet utgjør blekkskrivere hoveddelen.

Ettersom skrivere ofte ikke brukes mye, men står i standby for å kunne ta i mot utskriftsjobber hele dagen, er energiforbruket i standby sentralt for energieffektiviteten til en skriver. For energiforbruk i standby ligger laser-, matrise- og blekkskrivere på et ganske likt nivå.

Energy Star-merkede skrivere utgjorde nesten 100 prosent av skriverne solgt i Sverige i 1994 (Holm 1996), og det er derfor grunn til å anta at alle skrivere som selges i Norge i dag oppfyller Energy Star-kravene. Som for datamaskiner er det imidlertid store forskjeller i energiforbruk blant skrivere som oppfyller kravene. Energiforbruket i standby er gjennomgående høyest for maskiner som skriver raskt. Her ligger gjennomsnittet på rundt 30 W, mens bestemann har et forbruk på 10 W. Blant de sene skriverne, hvor gjennomsnittet ligger rundt 15 W, finnes det en maskin som forbruker 0,44 W. Tabell 19 viser energiforbruk for enkeltskrivere og for den totale maskinparken i Norge. For å finne energiforbruket i husholdningene må man dele totaltallene på tre.

Tab. 19. Energibruk for skrivere

	standby-forbruk per maskin	Forbruk i drift per maskin	Nasjonalt energiforbruk
Skrivere, gjennomsnittsmaskiner	16 W	66 W	41 GWh
Skrivere, dagens mest effektive maskiner	1 W	5 W	2,7 GWh

Tallene for energiforbruk, standby og i drift for gjennomsnittsmaskinen er framkommet ved å vekte gjennomsnittlig forbruk for hver maskintype med importandelen skrivertypen utgjør av totalimporten. Denne andelen er 0,2 for laserskrivere, 0,2 for matriseskriverne og 0,6 for andre typer. For laserskrivere er det brukt verdier på 20 W i standby-forbruk og 250 W i drift, for alle andre typer skrivere er det brukt verdier på 15 W for standby-forbruk og 20 W i drift. I tallene for totalt nasjonalt energiforbruk er det beregnet at gjennomsnittsmaskinen er i drift 15 minutter hver dag og at den står i stand-by 6 timer hver dag. Totalt antall skrivere i Norge er satt til 1 million.

4. Framtidig energiforbruk

Blant apparatene som er nevnt i denne rapporten er det store forskjeller både i teknologi og i bruksmønster. Dette betyr at det er forskjellige faktorer som vil påvirke utviklingen i apparatenes energiforbruk i framtida. For forbrukerelektronikk og kontorutstyr kan man vente seg at utviklingen i energiforbruket vil bli bestemt både av tekniske endringer som endrer effektkravene til maskinene og av at funksjonalitet og bruksmønster for apparatene vil endre seg. For hvitevarene vil trolig ikke funksjonalitet og bruksmønster endre seg i samme grad.

4.1. Hvitevarer

Funksjonalitet og bruksmønster

De fleste hvitevare-apparater har nådd en høy dekningsgrad i hjemmene, og det er naturlig å anta at antallet av disse apparatene i husholdningene ikke vil stige i særlig grad. Økning i funksjonalitet i noen maskintyper, som i kombinerte vaskemaskiner og tørketromler, har ikke ført til at bruken har blitt særlig mer energieffektiv i forhold til separate vaskemaskiner og tørketromler. Dermed vil hvitevarenes energiforbruk i framtida framfor alt bli bestemt av endringer innenfor det tekniske området.

Tekniske endringer

Det har blitt vist at teknologiske framskritt kan realisere et betydelig energisparepotensiale for både kjøl-/frys-apparater og vaske-/tørke-/oppvaskmaskiner. Energieffektiviseringspotensialet for kjøl-/frys-apparater er noe større enn for vaskemaskiner, oppvaskmaskiner og tørketromler. Siden de førstnevnte er i kontinuerlig bruk er det mye å hente på isolasjon av disse apparatene.

For vaske-/tørke-/oppvaskmaskiner er det en tilnærmet lineær sammenheng mellom innført energi og sluttprodukt fordi mer tilført energi gir varmere vann/luft. Derfor finnes det også fysiske begrensninger på hvor mye det er mulig å effektivisere. Utvikling av nye vaskemidler i tillegg til de tekniske nyvinningene som er nevnt i kapittel 2.2 vil imidlertid kunne gi muligheter for vask på lavere temperatur.

For de fleste apparater som brukes i husholdningene er elektrisitet den eneste tilgjengelige energikilde. Dette gjelder for alle forbrukerelektroniske apparatene som er nevnt i denne rapporten. For vaske-, oppvask- og tørkemaskiner kan mange alternative energikilder tas i bruk til den oppvarmingen som skal til for å gi gode resultater. Her er det i tillegg til et kvantitetsmessig sparepotensiale for energieffektivisering også et kvalitetsmessig potensiale ved at man kan bruke energibærere av lav kvalitet. Termisk energi og solenergi kan varme vannet, og gir et kvalitetsmessig sparepotensiale. Et kvantitetsmessig sparepotensiale finnes i mikrobølgeteknologi og varmepumper (von Weizsäcker et al 1997).

4.2. Forbrukerelektronikk

(hentet fra Huenges Wajer 1999)

Funksjonalitet og bruksmønster

Forbrukerelektronikk har tre funksjoner: Underholdning og informasjon, kommunikasjon, og kontroll. De to siste funksjonene er ganske nye, sett bort fra telefonen. I stadig større grad blir kontorutstyr en del av husholdningenes apparatflora, og disse maskinene oppfyller også de tre funksjonene til forbrukerelektronikken

Funksjonalitet kan økes ved at ulike funksjoner, som tidligere ble utført av ulike maskiner, blir utført av samme maskin. Dette kan skje ved at apparater blir fysisk integrert i samme enhet. Dette har skjedd med stereo-anlegg og i TV-video-kombinasjonsapparater. En slik fysisk integrasjon har ikke vært strømsparende, siden begge maskiner gjenfinnes intakte i kombimaskinen. En annen mulig økning av funksjonalitet for et apparat finner vi i TV-skjermer og PC-monitorer. Her kan den ene typen apparat brukes som monitor for begge formål. Dette vil imidlertid trolig heller ikke føre til redusert energiforbruk i husholdningene siden bruken av TV og PC ikke substituerer hverandre. Man trenger derfor nesten like mange monitorer som før.

Nettverk

Den viktigste økningen i funksjonalitet i de elektroniske apparatene vil trolig skje ved at ulike apparater knyttes sammen i nettverk. Forsterker og høyttalere til stereoanlegget kobles til TV-en, datamaskina kobles til TV-en for å kunne bruke internett på kabel-TV-anlegget og lagre filene på datamaskina. Flere maskiner kan brukes på en gang, noe som vil øke strømforbruket.

Apparater må kunne være tilgjengelige for å motta informasjon som blir sendt mellom apparatene eller fra eksterne kilder. Dette vil føre til at de må være påslått eller stå i standby kontinuerlig.

I tillegg vil det trengs flere og flere maskiner for å omforme informasjon eller elektrisk energi. Med framveksten av digital kringkasting vil det bli bruk for IRD (Integrated Receiver-Decoders) til å omforme digitale signaler til signaler som kan brukes av TV-en. Med dagens teknologi må ulike IRD-er brukes for å motta signalene fra kabel, satellitt og terrestrisk kringkasting. Så lenge det ikke finnes noen standardisering vil det også trengs omformere mellom TV og datamaskin etc., og disse vil kreve strøm.

Tekniske endringer

Tekniske forbedringer som bedre skjermteknologi, avansert strømhusholderi og mer effektive halvledere kan gi ytterligere effektivitetsforbedringer for forbrukerelektroniske apparater i framtida. Imidlertid er det trolig innenfor strømforsyningen det største energieffektiviseringspotensialet kan finnes.

Alle apparater har bestanddeler som ikke kan forsynes direkte fra strømmettet. Både reduksjon av spenningen (220 V - 12 V) og likeretting av strømmen må gjennomføres av en strømomformer. Bærbare, oppladbare apparater blir mer og mer vanlige, disse trenger ladere som kan omforme energi fra strømmettet. Laderne og omformerne har ofte ingen av-knapp og bruker energi kontinuerlig sjøl om de ikke er i aktivitet. I omformingen av elektrisiteten til lavspenning og likestrøm tapes opp til 90 prosent av energien i strømomformere (von Weizsäcker et al 1997).

Likestrøm og lavspenningsstrøm kan ikke sendes over store avstander, men dersom energiforsyningen i husholdningene delvis kan bli basert på lokalt produsert strøm, f.eks. ved solenergi, kan strømmen leveres direkte som likestrøm med lav spenning. Energi-effektiviseringspotensialet er stort og man kan lettere utnytte lokale energikilder. Det er rimelig å anta at en slik omlegging av strømtilførselen kan gi en total effektiviseringsgevinst på 50 % for de forbrukerelektroniske artiklene som er behandlet i rapporten. Problemet er at det i dag ikke produseres mange elektriske artikler for oppkobling til likestrøm ved et gunstig spenningsnivå (24/48 V) (von Weizsäcker et al 1997).

5. Litt om politiske virkemidler for energieffektivisering

Det finnes en del muligheter for å benytte politiske virkemidler for å innfri energieffektiviseringspotensialet som er utredet i denne rapporten. Virkemidlene som har blitt foreslått retter seg både mot forbrukere og mot produsenter, men siden man har erfaring med at det er vanskelig å nå fram til forbrukerne med informasjon om energieffektivisering, har det i det siste blitt satt et sterkere søkelys på virkemidler rettet mot produsenter.

Blant forbrukerne er det først og fremst innføringen av muligheter for tredjepartsfinansiering av enøk-tiltak det stilles forhåpninger til. Her kan en tredjepart investere i enøk-tiltak i forbrukssektoren og motta de inntjeningene investeringen genererer.

EU har gjennomført et merkesystem med A-G-skalaen for energiforbruk for kjøleskap, frysere, vaskemaskiner og tørketromler. For kjøl-/frys-apparater er EU også i ferd med å innføre en standard. Den norske regjering sier i Stortingsmelding 29 1998-99 kap 4.10 at norske myndigheter har en målsetning om at EUs vedtak knyttet til merking implementeres løpende i norske forskrifter (St.meld. 29 1998-99). For PC-er, skrivere, fax-maskiner og kopimaskiner finner vi Energy-Star-merkingen, som er en de facto standard.

EU vil for framtiden satse mye på frivillige avtaler mellom myndigheter og produsenter. Disse vil inneholde målsetninger for reduksjon av gjennomsnittlig energiforbruk. Slike frivillige avtaler blir sett på som mer fleksible og progressive enn standarder. Det finnes også teknologiutviklingsprosjekter innenfor EU hvor utvikling av effektiv teknologi blir støttet.

Et annet virkemiddel er å harmonisere regler for apparatutforming og energibruk, slik at man ikke må utvikle all slags strømomformere og signaldekodere for å fremme nettverksbygging.

6. Konklusjon

Tabell 20 viser at årlig nasjonalt energiforbruk for de elektriske apparater som er behandlet i rapporten, er snautt 4 TWh. Når andre apparater, som komfyrer, også regnes inn i totaltallet nærmer vi oss anslaget i innledningen om at elektriske apparater i hjemmene bortsett fra belysning bruker 6 TWh årlig.

Tabellen viser også det energiforbruket man ville hatt dersom dagens maskinpark hadde vært byttet ut med de mest energieffektive apparater som finnes på markedet. Sparepotensialet er anslått til å være ca 2,2 TWh.

Særlig for kjøle- og fryseapparater er ytterligere effektivitetsgevinster innen rekkevidde. Ved å ta i bruk den mest effektive teknologien som er utviklet for slike apparater (teknologi som ennå ikke er tilgjengelig på markedet) kan ytterligere 0,4 TWh spares årlig.

For vaske-, tørke- og oppvaskmaskiner finnes også et ytterligere sparepotensial i forhold til dagens mest effektive teknologi. Dette sparepotensialet kan realiseres både i form av kvantitetsmessig sparing ved å ta i bruk mikrobølgeteknologi og varmepumper, og i form av kvalitetsmessig sparing ved å bruke energibærere av lav kvalitet som termisk energi og solenergi til å varme vannet og luften som brukes i maskinene. For vaske- tørke- og oppvaskmaskiner er det beregnet at strømforbruket kan reduseres med ytterligere 2/3 i forhold til dagens mest effektive teknologi, dvs. ca 1,1 TWh årlig.

For forbrukerelektronikk er det vanskeligere å se for seg muligheter for sparing utover det som er realisert i den mest effektive teknologien som finnes på markedet. Imidlertid nevner litteraturen en del andre interessante muligheter for energisparing. Ulike funksjoner, som tidligere har blitt utført av ulike maskiner, kan integreres i samme maskin og redusere tallet på maskiner som står i stand-by og på-posisjon. "Intelligente" strømfordelere i apparater med ulike komponenter, kan slå av strømforsyningen til komponenter som ikke trengs ved et gitt tidspunkt, og dette kan gi bedre husholdning med strømmen.

Mange apparater har komponenter som ikke kan forsynes med strøm med nettspenning (220 V). Lokal produksjon av strøm ved bruk av for eksempel solceller kan gi strømleveranser med lavspenning. Dette kan redusere effektivitetstapet som oppstår når strøm med nettspenning skal transformeres ned til anvendelig spenning.

Et håp om realisering av energieffektiviseringspotensialet i forbrukerelektroniske artikler vil imidlertid møte en utvikling som går i retning av at forbrukerelektronikk bruker mer og mer strøm. Dette kommer både av at det blir flere apparater, av at maskiner knyttes sammen i nettverk og må stå påslått for å kunne ta i mot signaler, og av at det trengs stadig flere apparater til å omforme elektroniske signaler og transformere strøm.

Tabell 20 viser at energiforbruket nasjonalt ved bruk av forbedret teknologi ville vært ca 0,9 TWh/år. Totalt sparepotensial er ca 3,2 TWh, noe som tilsvarer tre ganger så mye energi som en full utbygging av Øvre Otta ville gitt.

Tab. 20. Totalt årlig energiforbruk (GWh/år) på nasjonalt nivå for en del ulike elektriske apparater, tilsvarende energiforbruk hvis alle apparater hadde vært byttet ut med markedets mest energieffektive eller teknologiforbedrede apparater og sparepotensialet på nasjonalt nivå i forhold til dagens maskinpark ved disse scenariene.

	Forbruk, gjennomsnitts-maskiner	Beregnet forbruk, mest effektive maskiner på markedet	Sparepotensial, mest effektive maskiner på markedet	Beregnet forbruk, forbedrede maskiner	Sparepotensial, forbedrede maskiner
Kombiskap	468	240		90	
Kjøleskap	442	204		98	
Frysebokser	486	190		102	
Fryseskap	149	73		24	
Totalt kjølfrys	1545	707	838	314	1231
Vaskemaskiner	480	300		100	
Tørketromler	418	198		66	
Oppvaskmaskiner	420	252		84	
Totalt vask, tørk, oppvask	1318	750	568	250	1068
TV-er, i bruk	290	170 (24 ¹)			
TV-er, standby	117	5			
VCR, standby	100	4			
Stereo, standby	33	4			
Radio, standby	47	6			
Andre brunevarer	300	100			
Datamaskiner²	150	8			
Skrivere²	14	1			
Totalt forbruker-elektronikk	1051	298	753	149 ³	902
Sammenlagt, elektriske apparater i husholdningene	3914	1755	2159	713	3201

¹ TV-apparater med LCD-skjermer som trekker 10 W er utviklet men fins ikke på markedet.

² For datamaskiner og skrivere er tallene for nasjonalt energiforbruk fra tabell 17 og 19 delt på 3 for å finne energiforbruket i husholdningene

³ For energiforbruk i forbrukerelektronikk, forbedrede maskiner er det beregnet et energiforbruket lik 50 % av energiforbruket til effektive maskiner.

7. Referanser

Litteratur

- Baltscheffsky, Susanna, 1996: *Miljöanpassa kontoret* Naturskyddsföreningen, NUTEK, TCO; Naturskyddsföreningen Förlag
- DOEE, 1998: *The SAVE programme* Department of energy efficiency; Energimyndigheten; Stockholm. (Finnes på <http://www.stem.se/energianvandning/eff/SAVE/oversikt.html>)
- EPA, 1999: *Sleeping and Saving With ENERGY STAR-Labeled Office Equipment* U.S. Environmental Protection Agency; Washington DC; USA (Finnes på <http://www.epa.gov/appdstar/esoe/index.html>)
- EU, 1996: EU-direktiv 96/57/EC (Finnes på http://europa.eu.int/eur-lex/en/lif/dat/1996/en_396L0057.html)
- EU, 1999: Policy Instruments to reduce Standby losses of Consumer Electronic Equipment Catalogue number CB-CO-99-120-EN-C; Brussel; 16pp.
- Holm, Maria, 1996: *Resultat och möjligheter* Rapport fra programmet *Effektivare EL-användning* NUTEK, nå: Energimyndigheten; Stockholm; 34 pp
- Huenges Wajer, Boudewijn, 1999: An overview of energy related technical issues in home electronics, Foredrag gitt under State of the art of energy efficiency in consumer electronics, Paris Januar 1999; Novem; Nederland (Finnes på <http://www.novem.org/events/ecece/info.htm>)
- IEA-DSM, 1998: *AEG tumble dryer consumes fifty per cent less energy* International Energy Agencys kampanje på Demand-Side Management (Finnes på <http://195.178.164.205/IEAprocure/heatpump/dryer.html>.)
- Molinder, Olof 1997: *Study on Miscellaneous Standby Power Consumption of Household Equipment* Executive Summary; 7pp; Laget for EU av Omvärden Konsult AB; Bromma; Sverige
- NOU, 1998: *Energi- og kraftbalansen mot 2020* Norges Offentlige Utredninger 11:98 (Finnes på <http://odin.dep.no/nou/1998-11/>)
- NUTEK, 1996: *El- och vattensnåla maskiner halverar tvättkostnaden*. NUTEK, nå: Energimyndigheten; Stockholm
- Nørgård, Jørgen, 1989: *Energy efficient appliances and lightning* i Bodlund, B (red.): *Electricity -Options for the future*. Lund University Press; Lund
- Rocky Mountain Institute, 1997:1: *Home energy brief #6: Washers, dryers & misc. Appliances*. Rocky Mountain Institute; Snowmass; Colorado; USA; 5pp (Finnes på <http://www.rmi.org/hebs/heb6/heb6.html>)
- Rocky Mountain Institute, 1997:2: *Home energy brief #7: Computers & peripherals*. Rocky Mountain Institute; Snowmass; Colorado; USA ;6pp (Finnes på <http://www.rmi.org/hebs/heb7/heb7.html>)
- Schmitz, Rolf, 1999: *GEA Labelling Activities for Home Electronics*, Foredrag gitt under *State of the art of energy efficiency in consumer electronics Paris Januar 1999*. Swiss federal office of energy; Bern; Switzerland (Finnes på <http://www.novem.org/events/ecece/info.htm>)
- St.meld. 29 1998-99: *Om energipolitikken* Stortingsmelding 29 1998-1999 (Finnes på <http://odin.dep.no/repub/98-99/stmld/29/>)

von Weizsäcker, Ernst; Amory B Lovins, E Hunter Lovins 1997; *Factor Four -Doubling wealth, halving resource use*. Earthscan Publications Ltd; London; 324 pp

Kilder til opplysninger om energiforbruk og salgsstatistikker

Energimyndigheten, 1998: *Eleffektiva kylar och frysar* Statens Energimyndighet; Eskilstuna; 8pp (Finnes på http://www.stem.se/energianvandning/eff/EIOff/EIOff_inl.html)

Energy Star, 1999: Energy star office equipment product database May 1, 1999: -summary sheet, -computers, -monitors, -printers, -fax-machines, -copiers.(Finnes på <http://www.epa.gov/appdstar/esoe/database/pindex.html>)

Konsumentverket, 1998: *Tvättmaskiner-Vilka är mäst energieffektiva?* Konsumentverket; Stockholm.

Lyse, Bjørn 1999: Telefonsamtale med Lyse som representerer AEG og Electrolux 28.05.99

Philips 1999: *Philips Consumer Electronics Katalog 1999* -Se bl.a. modellen 29PT9015/12

Siemens, 1998: *Nye løsninger for kjøøl og frys* Produktkatalog; 32 pp

Statistisk Sentralbyrå, 1988-1997: Innførsel og utførsel etter vare og land

Sveum, Odd 1999: Telefonsamtale med Sveum som representerer Whirlpool 25.05.99

Produktkataloger fra AEG, Electrolux, Gram, Husqvarna, Miele, Philips, Zanussi og Grundig

Telefonsamtaler med representanter for Gram, Miele, Whirlpool, Siemens