

iPower

**T1.I.1 Designing units with built-in functionalities
needed in the integration with power grids**

Projektrapport

T1.I.1 Designing units with built-in functionalities needed in the integration with power grids

Forfattere: Claus M. Hvenegaard (Teknologisk Institut), Christian Holm Christiansen (Teknologisk Institut) og Søren Østergaard Jensen (Teknologisk Institut)

Forord

Denne rapport er den faglige rapportering/dokumentation til task ”T1.I.1 Designing units with built-in functionalities needed in the integration with power grids” i projektet iPower – Strategisk Platform for Innovation og Forskning i Intelligent El.

Rapporten beskriver hvorledes elforbruget er opdelt i dag og hvorledes det forventes at være opdelt i 2020.

Rapporten beskriver, mere detaljeret, hvorledes elforbruget i lejligheder og parcelhuse er opdelt. Indenfor de enkelte anvendelsesområder, er elforbruget opdelt på typisk anvendte applikationer.

Rapporten indeholder endvidere mulighederne for at flytte elforbrug til tidspunkter med overskud af el.

Claus M. Hvenegaard
Teknologisk Institut
August 2011

Indholdsfortegnelse

Side

1	Indledning.....	5
1.1	Opbygning af rapport	5
2	Elforbrug i boliger.....	6
2.1	Lejligheder	6
2.1.1	Lejligheder 2010	6
2.1.2	Lejligheder 2020	7
2.2	Parcelhuse	8
2.2.1	Parcelhuse 2010.....	8
2.2.2	Parcelhuse 2020.....	9
3	Applikationer	10
3.1	Belysning	10
3.1.1	Belysning - lejligheder	10
3.1.2	Belysning - parcelhuse	10
3.2	Vask	12
3.2.1	Vaskemaskiner - lejligheder	12
3.2.2	Vaskemaskiner - parcelhuse	13
3.2.3	Tørretumblere - lejligheder	16
3.2.4	Tørretumblere – parcelhuse	16
	Opvaskemaskiner - lejligheder	18
3.2.5	Opvaskemaskiner - parcelhuse	18
3.3	Køl/frys.....	20
3.3.1	Køl/frys - lejligheder	20
3.3.2	Køl/frys - parcelhuse.....	20
3.4	Underholdning.....	22
3.4.1	Underholdning - lejligheder	22
3.4.2	Underholdning - parcelhuse	23
3.5	Madlavning.....	24
3.5.1	Madlavning - lejligheder.....	24
3.5.2	Madlavning - parcelhuse	25
3.6	Opvarmning	26
3.6.1	Opvarmning - lejligheder	26
3.6.2	Opvarmning - parcelhuse	26
3.7	Diverse.....	27
3.7.1	Diverse - lejligheder	27
3.7.2	Diverse - parcelhuse.....	27
4	Potentiale (muligheder for at flytte elforbrug)	28
4.1	Vask	28
4.1.1	Vaskemaskiner	28
4.1.2	Tørretumblere.....	30
4.1.3	Opvaskemaskiner.....	30
4.2	Køl/frys.....	32
	Andre kilder	33

1 Indledning

I T1.I.1 behovet for elektricitet i hjemmet vil blive analyseret, og efterspørgslen efter energi vil blive opdelt i krav om typiske installationer / apparater i hjemmene, herunder deres daglige belastning profiler på et kort (2011) og lang (2020) langsigtet perspektiv.

1.1 Opbygning af rapport

Bogen er opbygget i 4 sektioner:

- Kapitel 2, elforbrug i boliger
- Kapitel 3, applikationer
- Kapitel 4, potentiale (muligheder for at flytte elforbrug)

Kapitel 2 viser, hvorledes elforbruget i boliger (lejligheder og parcelhuse) er opdelt i dag og hvorledes det forventes at være opdelt i 2020.

Kapitel 3 viser, mere detaljeret, hvorledes elforbruget i lejligheder og parcelhuse er opdelt. Indenfor de enkelte anvendelsesområder, er elforbruget opdelt på typisk anvendte applikationer.

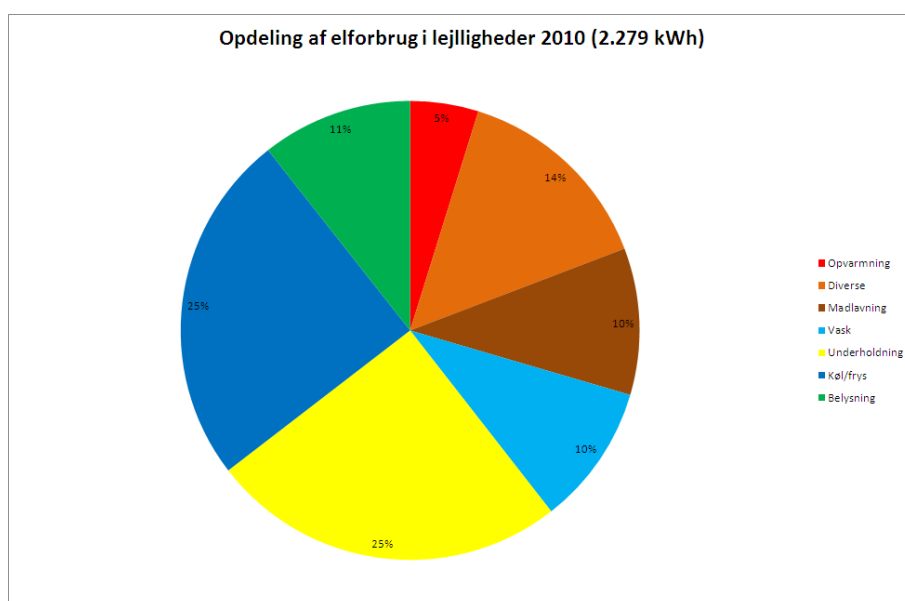
Kapitel 4 viser mulighederne for at flytte elforbrug til tidspunkter med overskud af el.

2 Elforbrug i boliger

2.1 Lejligheder

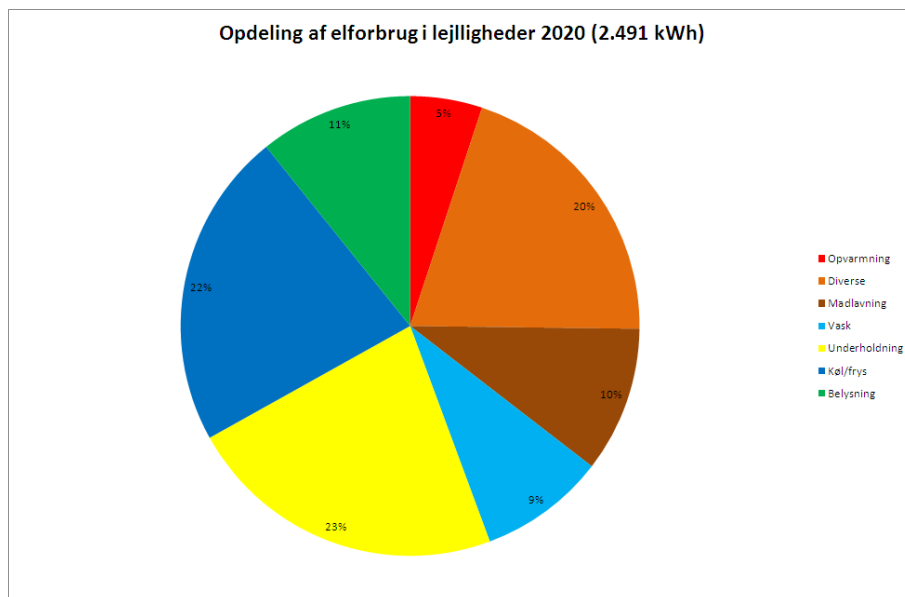
I rapporten ”Fremskrivning af boligsektorens elforbrug 2007-2030” (ELMODEL-bolig. Datagrundlag 2006) udarbejdet af IT Energy ses elforbruget til lejligheder i 2010 og det forventelige elforbrug i 2020.

2.1.1 Lejligheder 2010



Figur 2.1. Opdeling af elforbrug i lejligheder 2010

2.1.2 Lejligheder 2020



Figur 2.2. Opdeling af elforbrug i lejligheder 2020

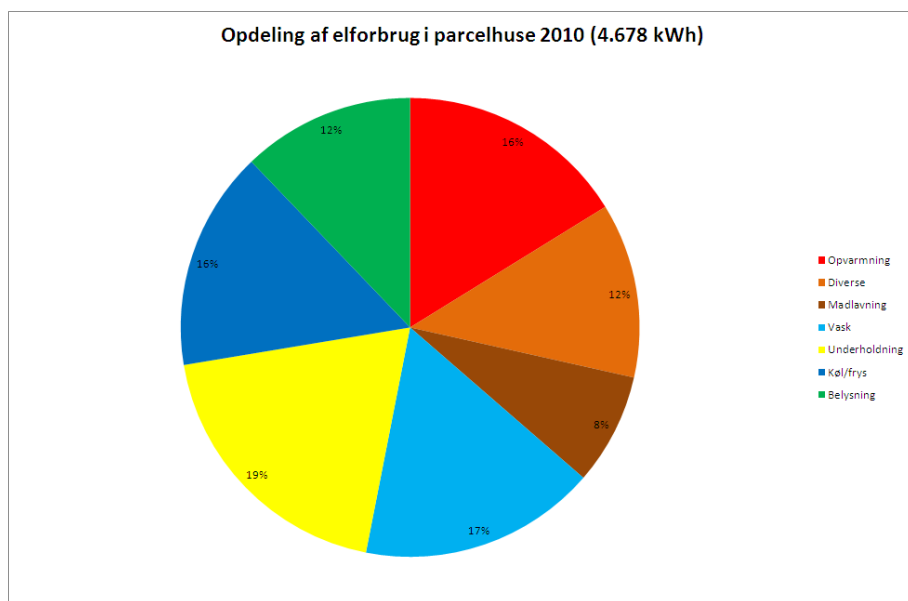
Som det ses forventes det gennemsnitlige elforbrug i en lejlighed at stige ca. 200 kWh fra 2010 til 2020. Det skyldes primært forbruget til diverse, som består af diverse småapparater i husholdningen, som f.eks. hårtørrer, støvsuger, opladere til apparater, el-haveredskaber m.m.

Det forventes, at forbruget til vask, underholdning og køl/frys vil falde en smule. Dette er forventeligt, da folk med tiden vil anskaffe sig disse mere energieffektive apparater.

2.2 Parcelhuse

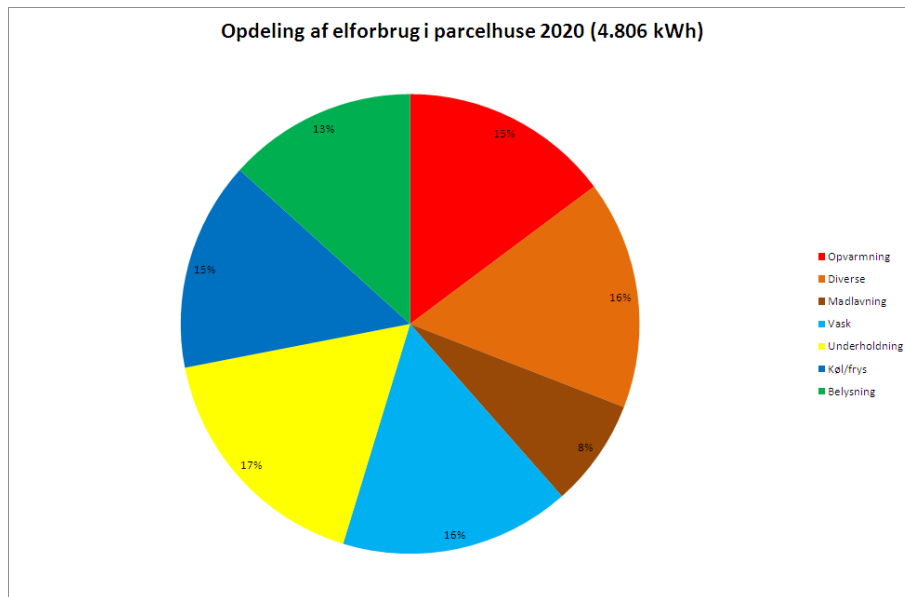
I rapporten ”Fremskrivning af boligsektorens elforbrug 2007-2030” (ELMODEL-bolig, Datagrundlag 2006) udarbejdet af IT Energy ses elforbruget til parcelhuse i 2010 og det forventelige elforbrug i 2020.

2.2.1 Parcelhuse 2010



Figur 2.3. Opdeling af elforbrug i parcelhuse 2010

2.2.2 Parcelhuse 2020



Figur 2.4. Opdeling af elforbrug i parcelhuse 2020

Som det ses forventes det gennemsnitlige elforbrug i en lejlighed at stige ca. 120 kWh fra 2010 til 2020. Det skyldes primært forbruget til diverse, som består af diverse småapparater i husholdningen, som f.eks. hårtørrer, støvsuger, opladere til apparater, el-haveredskaber m.m.

Det forventes, at forbruget til vask, underholdning og køl/frys vil falde en smule. Dette er forventeligt, da folk med tiden vil anskaffe sig disse mere energieffektive apparater

3 Applikationer

3.1 Belysning

3.1.1 Belysning - lejligheder

I tabel 3.1 ses elforbruget til en belysning i en lejlighed. Elforbruget er beregnet på baggrund af antal, gennemsnitlige effektoptag og driftstider fra ELMODEL-bolig Statistik.

Type	Antal [stk.]	Effektoptag [W/stk.]	Driftstid [h/år]	Elforbrug [kWh/år]
Sparepærer	6,6	9	1.200	71,3
Glødelamper	5	43	1.040	223,6
Lysstofrør	2	37	1.020	75,5
I alt				370,4

Tabel 3.1. Elforbrug til belysning i lejligheder

3.1.2 Belysning - parcelhuse

I tabel 3.2 ses elforbruget til en belysning i et parcelhus. Elforbruget er beregnet på baggrund af antal, gennemsnitlige effektoptag og driftstider fra ELMODEL-bolig Statistik.

Type	Antal [stk.]	Effektoptag [W/stk.]	Driftstid [h/år]	Elforbrug [kWh/år]
Sparepærer	11,7	8	1.370	128,2
Glødelamper	8	43	1.000	344
Lysstofrør	2,8	35	930	91,1
I alt				563,3

Tabel 3.2. Elforbrug til belysning i parcelhuse

Både i lejligheder og parcelhuse er der også installeret lamper med halogenpærer, krystalpærer og diodepærer. Elforbruget til disse typer lyskilder er ikke medtaget. Tallene stemmer nogenlunde overens med forbrugene til belysning iflg. figur 2.1 og 2.3. Her kan man beregne et forbrug til belysning i lejligheder på 242 kWh og et forbrug til belysning i parcelhuse på 569 kWh.

Iflg. Statistisk Årbog 2010 fra Danmarks Statistik findes der 967.366 lejligheder (etageboliger) og 1.509.664 parcelhuse (stuehuse, parcelhuse samt række og kædehuse) i Danmark.

Det årlige elforbrug til belysning i Danmark er derfor:

$$(370,4 \text{ kWh/år/lejl.} \cdot 967.366 \text{ lejl.}) + (563,3 \text{ kWh/år/hus} \cdot 1.509.664 \text{ huse.}) = 1.208.706.098 \text{ kWh/år} = \mathbf{1.209 \text{ GWh/år}}$$

Det vurderes, at det årlige forbrug til belysning er betydeligt lavere end de 1.209 GWh/år, da det må formodes at antallet af glødelamper allerede er kraftigt reduceret som følge af den løbende udfasning af denne type lyskilde. Indenfor en relativ kort årerække vil der også blive installeret flere og flere LED-lamper, hvilket vil reducere elforbruget yderligere.

I 2020 vil elforbruget til belysning være halveret i forhold til det nuværende elforbrug, hvis glødelamperne udskiftes til sparepærer.

Der vurderes ikke at være muligheder for at afbryde for belysningsanlæg i perioder med spidsbelastninger på el-nettet.

3.2 Vask

3.2.1 Vaskemaskiner - lejligheder

I tabel 3.3 ses elforbruget til en vaskemaskine i en lejlighed. Elforbruget er beregnet på baggrund af hyppigheder (vaske/år) som stammer fra ELMODEL-bolig Statistik. Elforbruget er endvidere beregnet ud fra elforbrug pr. vask ved forskellige temperaturprogrammer. Elforbruget pr. vask er beregnet ud fra ECO-design kravene for vaskemaskiner.

Program	Hyppighed [vaske/år]	Elforbrug pr. vask [kWh/vask]	Elforbrug [kWh/år]
90 °C	32	1,72	55
60 °C	32	0,9	29
40 °C	85	0,63	54
30 °C	48	0,598	29
I alt			167

Tabel 3.3. Elforbrug til vaskemaskiner i lejligheder

Iflg. Statistisk Årbog 2010 fra Danmarks Statistik findes der 967.366 lejligheder (etageboliger) i Danmark. Udbredelsen af vaskemaskiner i lejligheder er iflg. ELMODEL-bolig 55 %.

Det årlige elforbrug til vaskemaskiner i lejligheder i Danmark er derfor:

$$167 \text{ kWh/år/mask.} \cdot (967.366 \text{ lejl.} \cdot 0,55 \text{ mask./lejl.}) = 88.852.567 \text{ kWh/år} = \mathbf{89 \text{ GWh/år}}$$

3.2.2 Vaskemaskiner - parcelhuse

I tabel 3.4 ses elforbruget til en vaskemaskine i et parcelhus. Elforbruget er beregnet på samme måde som beskrevet i afsnit 3.2.1.

Program	Hyppighed [vaske/år]	Elforbrug pr. vask [kWh/vask]	Elforbrug [kWh/år]
90 °C	37	1,72	64
60 °C	42	0,9	38
40 °C	95	0,63	60
30 °C	69	0,598	41
I alt			203

Tabel 3.4. Elforbrug til vaskemaskiner i parcelhuse

Iflg. Statistisk Årbog 2010 fra Danmarks Statistik findes der 1.509.664 parcelhuse (stuehuse, parcelhuse samt række og kædehuse) i Danmark. Udbredelsen af vaskemaskiner i parcelhuse er iflg. ELMODEL-bolig 94 %.

Det årlige elforbrug til vaskemaskiner i parcelhuse i Danmark er derfor:

$$203 \text{ kWh/år/mask.} \cdot (1.509.664 \text{ huse} \cdot 0,94 \text{ mask./hus}) = 288.074.083 \text{ kWh/år} = \mathbf{288 \text{ GWh/år}}$$

Elforbruget i alt i Danmark til vaskemaskiner udgør således:

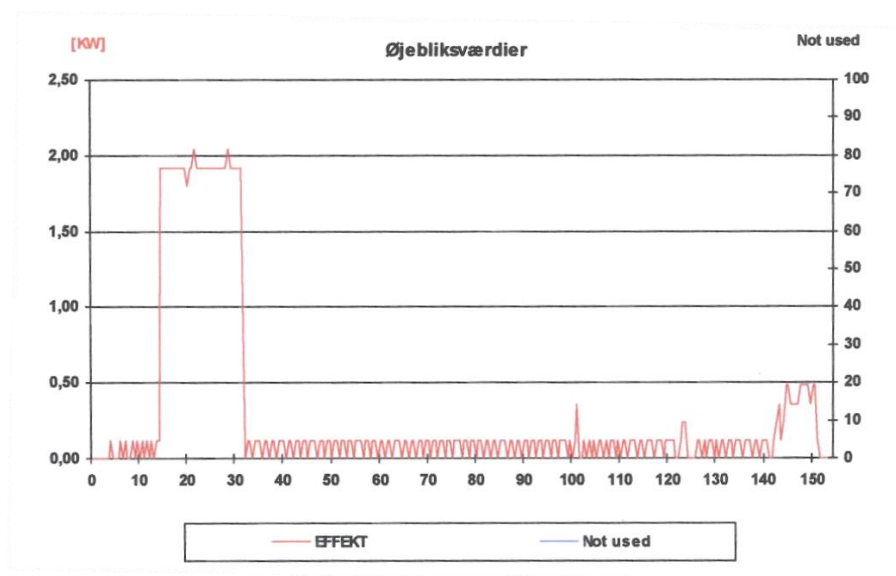
$$\mathbf{89 \text{ GWh} + 288 \text{ GWh} = 377 \text{ GWh}}$$

Belastningsregistrering på vaskemaskine

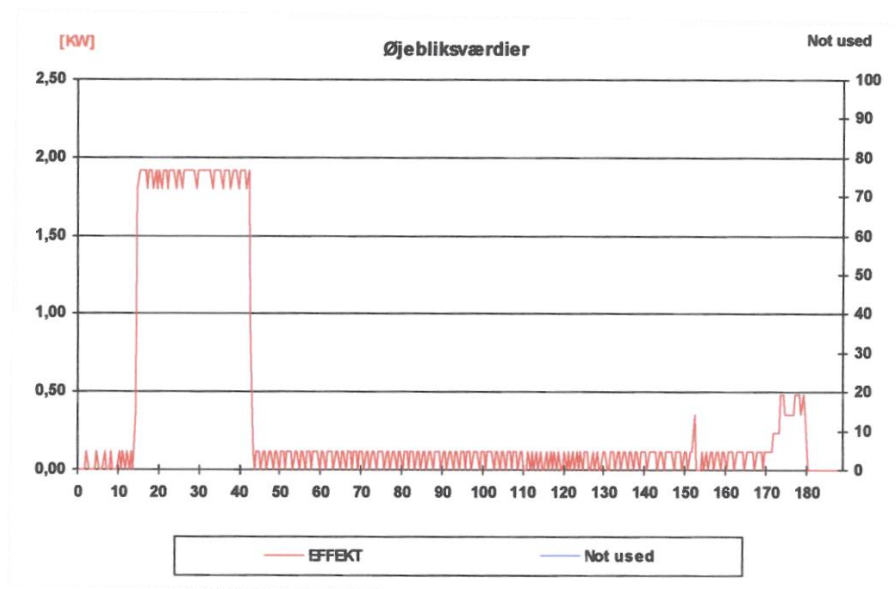
I figur 3.1 og 3.2 ses en belastningsregistrering på en vaskemaskine.

Belastningsregistreringerne er foretaget ved henholdsvis et 40 °C og et 60 °C program.

Maskinen optager maks. optager ca. 2 kW. Dette er typisk for en vaskemaskine til husholdningsbrug. Der optræder én periode med effektoptag på 2 kW i en vaskecyklus. Det er når maskinen tager frisk vand ind, som skal varmes op. Opvarmningsperioden bliver længere jo højere vasketemperatur der benyttes. Vasketiden bliver også længere jo højere vasketemperatur der benyttes



Figur 3.1. Belastningsregistrering på vaskemaskine (40 °C program)



Figur 3.2. Belastningsregistrering på vaskemaskine (60 °C program)

De fleste vaskemaskiner i Danmark er tilsluttet koldt vand og benytter, som før nævnt, el til at varme vaskevandet op. Der kan opnås en stor besparelse ved at forbinde vaskemaskinen til det varme vand. Det varme vand kan med fordel komme fra en el-opvarmet beholder, som opvarmes på tidspunkter med overskud af el.

3.2.3 Tørretumblere - lejligheder

I tabel 3.5 ses elforbruget til en tørretumbler i en lejlighed. Elforbruget er beregnet på baggrund af hyppigheder (tørringer/år) som stammer fra ELMODEL-bolig Statistik. Elforbruget pr. tørring er for en tørretumbler med varmepumpe.

Antal lejl.	Hyppighed [tørringer/år]	Udbredelse	Elforbrug pr. tørring [kWh/tørring]	Elforbrug [kWh/år]
967.366	90	0,23	1,8	36.044.057

Tabel 3.5. Elforbrug til tørring i lejligheder

3.2.4 Tørretumblere – parcelhuse

I tabel 3.6 ses elforbruget til en vaskemaskine i et parcelhus. Elforbruget er beregnet på samme måde som beskrevet i afsnit 3.2.3.

Antal lejl.	Hyppighed [tørringer/år]	Udbredelse	Elforbrug pr. tørring [kWh/tørring]	Elforbrug [kWh/år]
1.509.664	101	0,68	1,8	186.630.702

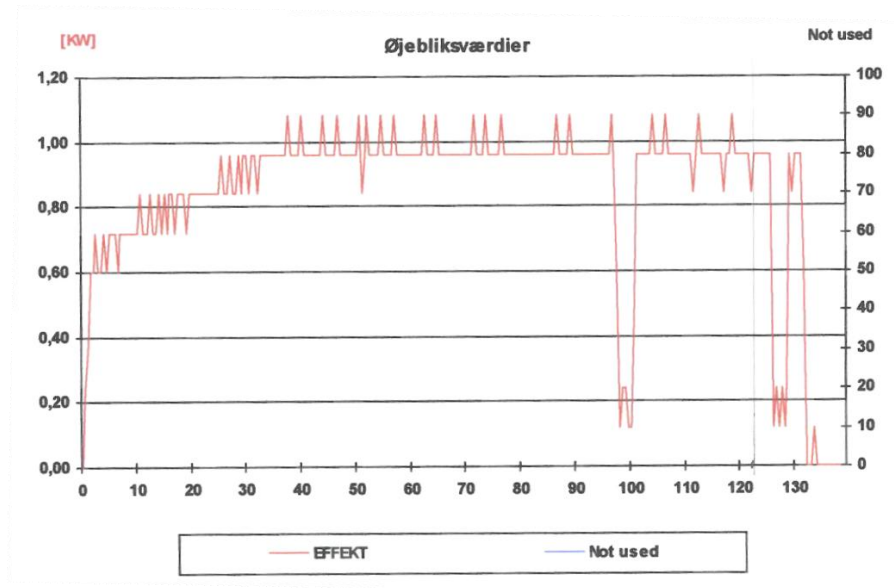
Tabel 3.6. Elforbrug til tørring i parcelhuse

Elforbruget i alt i Danmark til tørretumbler udgør således:

36 GWh + 187 GWh = 223 GWh

Belastningsregistrering på tørretumbler

I figur 3.3 ses en belastningsregistrering på en tørretumbler med varmepumpe. Belastningsregistreringen viser at maskinen maks. optager ca. 1,1 kW. Dette er typisk for en tørretumbler med varmepumpe til husholdningsbrug.



Figur 3.3. Belastningsregistrering på tørretumbler med varmepumpe

Tørring af tøj kan med fordel foretages på tidspunkter med overskud af el. Rent praktisk er det dog forbundet med nogle besværligheder, da tørretumblerne skal påfyldes manuelt. Tøjet kan dog fyldes i maskinerne tidligere, hvilket dog kan medføre at tøjet bliver krøllet (specielt bomuldstøj).

Opvaskemaskiner - lejligheder

I tabel 3.7 ses elforbruget til en opvaskemaskine i en lejlighed. Elforbruget er beregnet på baggrund af hyppigheder (vaske/år) som stammer fra ELMODEL-bolig Statistik. Elforbruget er endvidere beregnet ud fra elforbrug pr. vask ved to forskellige programmer. Elforbruget pr. vask er beregnet ud fra ECO-design kravene for opvaskemaskiner.

Program	Hyppighed [vaske/år]	Elforbrug pr. vask [kWh/vask]	Elforbrug [kWh/år]
Økonomi	117	0,95	111
Normal	78	1,32	103
I alt			214

Tabel 3.7. Elforbrug til opvaskemaskiner i lejligheder

Iflg. Statistisk Årbog 2010 fra Danmarks Statistik findes der 967.366 lejligheder (etageboliger) i Danmark. Udbredelsen af vaskemaskiner i lejligheder er iflg. ELMODEL-bolig 43 %.

Det årlige elforbrug til vaskemaskiner i lejligheder i Danmark er derfor:

$$214 \text{ kWh/år/mask.} \cdot (967.366 \text{ lejl.} \cdot 0,43 \text{ mask./lejl.}) = 89.017.019 \text{ kWh/år} = \mathbf{89 \text{ GWh/år}}$$

3.2.5 Opvaskemaskiner - parcelhuse

I tabel 3.8 ses elforbruget til en opvaskemaskine i et parcelhus. Elforbruget er beregnet på samme måde som beskrevet i afsnit 3.2.5.

Program	Hyppighed [vaske/år]	Elforbrug pr. vask [kWh/vask]	Elforbrug [kWh/år]
Økonomi	131	0,95	124
Normal	74	1,32	98
I alt			222

Tabel 3.8. Elforbrug til opvaskemaskiner i parcelhuse

Iflg. Statistisk Årbog 2010 fra Danmarks Statistik findes der 1.509.664 parcelhuse (stuehuse, parcelhuse samt række og kædehuse) i Danmark. Udbredelsen af vaskemaskiner i parcelhuse er iflg. ELMODEL-bolig 84 %.

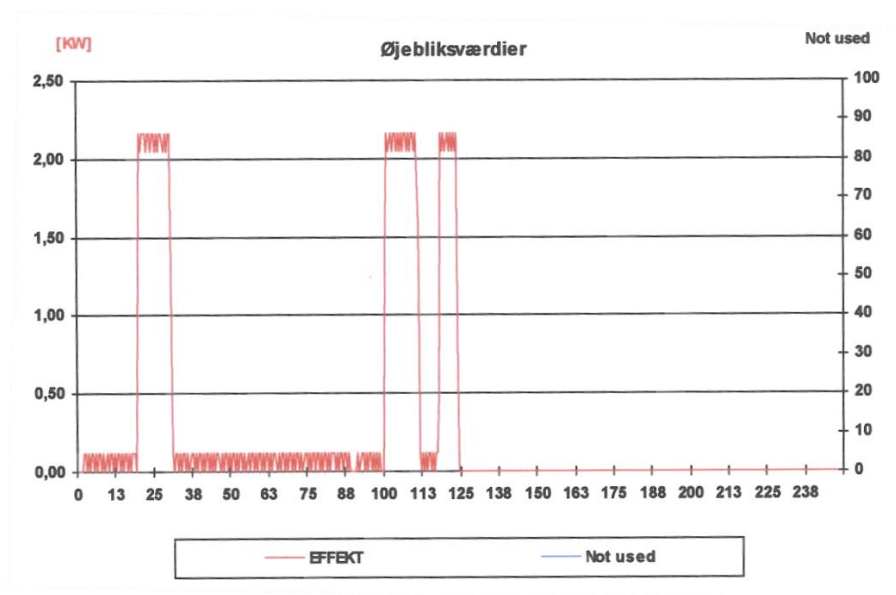
Det årlige elforbrug til vaskemaskiner i parcelhuse i Danmark er derfor:

$$222 \text{ kWh/år/mask.} \cdot (1.509.664 \text{ huse} \cdot 0,84 \text{ mask./hus}) = 281.522.143 \text{ kWh/år} = \mathbf{281 \text{ GWh/år}}$$

Elforbruget i alt i Danmark til opvaskemaskiner udgør således:
89 GWh + 281 GWh = 370 GWh

Belastningsregistrering på opvaskemaskine

I figur 3.4 ses en belastningsregistrering på en opvaskemaskine. Belastningsregistreringen viser at maskinen maks. optager ca. 2,2 kW. Dette er typisk for en opvaskemaskine til husholdningsbrug. Perioder med effektoptag på 2,2 kW optræder tre gange i en vaskecyklus. Det er hver gang maskinen tager frisk vand ind, som skal varmes op. En vaskecyklus varer, som det ses, ca. 125 min.



Figur 3.4. Belastningsregistrering på opvaskemaskine

De fleste opvaskemaskiner i Danmark er tilsluttet koldt vand og benytter, som før nævnt, el til at varme vaskevandet op. Der kan opnås en stor besparelse ved at forbinde opvaskemaskinen til det varme vand. Det varme vand kan med fordel komme fra en el-opvarmet beholder, som opvarmes på tidspunkter med overskud af el.

3.3 Køl/frys

3.3.1 Køl/frys - lejligheder

I tabel 3.9 ses elforbruget til køl/frys i lejligheder. Elforbruget er beregnet på baggrund af udbredelser som stammer fra ELMODEL-bolig Statistik. Det er endvidere beregnet ud fra ECO-design kravene for køle- og fryse apparater. Dette gælder ikke for kombiskabe, hvor der er anvendt elforbruget for at A++ kombiskab fra Go'Energi's hjemmeside.

	Antal lejl.	Udbredelse	Elforbrug pr. møbel [kWh]	Elforbrug [kWh/år]
Kombiskab	967.366	0,87	200	168.321.684
Køl med frostboks	967.366	0,28	157	42.525.409
Køl uden frostboks	967.366	0,37	115	41.161.423
Kumme fryser	967.366	0,1	153	14.800.699
Skabsfryser	967.366	0,19	172	31.613.520
I alt				298.422.735

Tabel 3.9. Elforbrug til køl/frys i lejligheder

3.3.2 Køl/frys - parcelhuse

I tabel 3.10 ses elforbruget til køl/frys i lejligheder Elforbruget er beregnet på samme måde som beskrevet i afsnit 3.3.1.

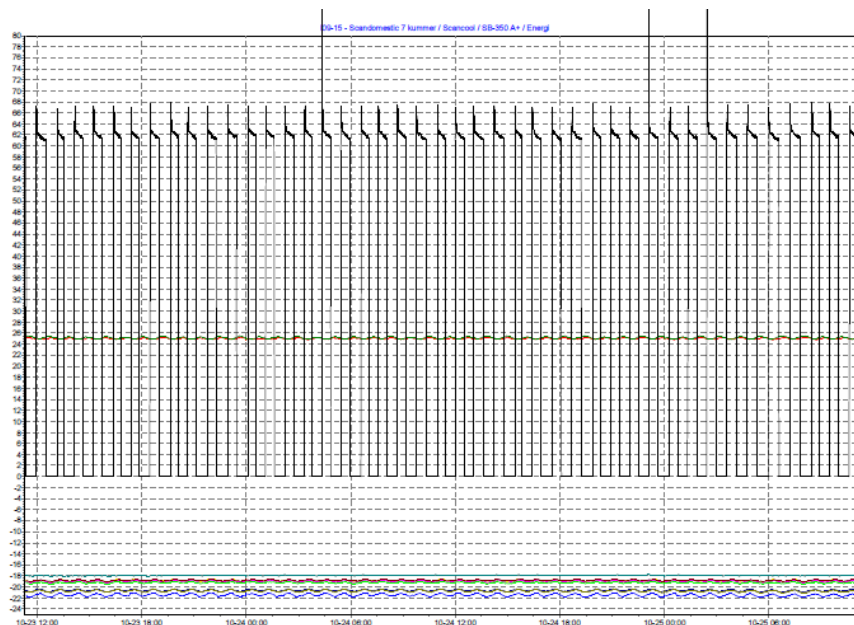
	Antal huse	Udbredelse	Elforbrug pr. møbel [kWh]	Elforbrug [kWh/år]
Kombiskab	1.509.664	0,54	200	163.043.712
Køl med frostboks	1.509.664	0,18	157	42.663.104
Køl uden frostboks	1.509.664	0,7	115	121.527.952
Kumme fryser	1.509.664	0,5	153	115.489.296
Skabsfryser	1.509.664	0,42	172	109.058.127
I alt				551.782.191

Tabel 3.10. Elforbrug til køl/frys i parcelhuse

Elforbruget i alt i Danmark til køl/frys udgør således:
298 GWh + 552 GWh = 850 GWh

Belastningsregistrering på kummefryser

I figur 3.5 ses en belastningsregistrering på en kummefryser. Belastningsregistreringen viser at maskinen maks. optager ca. 68 W. Dette er typisk for en kummefryser til husholdningsbrug. Kummefryserens kompressor er, som det ses, i drift 20-30 minutter hver time.



Figur 3.5. Belastningsregistrering på kummefryser

Det vurderes, at der er muligheder for at integrere intelligent styring i kumme- og skabsfrysere. Den intelligente styring skal i perioder med overskud af el, køle kumme- og skabsfrysere ekstra ned, dvs. 5 – 10 °C lavere end de – 18 °C der er den normale temperatur i denne type frostmøbler.

Den lavere temperaturs indflydelse på fødevarerne skal undersøges nærmere.

3.4 Underholdning

3.4.1 Underholdning - lejligheder

I tabel 3.11 ses elforbruget til underholdning i lejligheder. Elforbruget er beregnet på baggrund af udbredelser som stammer fra ELMODEL-bolig Statistik.

	Antal lejl.	Udbredelse	Effekt i drift [W]	Elforbrug pr. apparat [kWh]	Elforbrug [kWh/år]
Bærbar pc	967.366	1,4	12,59	11,45	15.506.876
Printer	967.366	0,41	417,17/22,68	89,64	35.553.022
Router (inkl. hub)	967.366	0,15	10,23/4,95	24,98	3.624.720
Stationær pc	967.366	0,6	61,73/1,9	48,57	28.190.979
Trådløst netværk	967.366	0,7	10,23/4,95	24,98	16.915.361
Blueray afspiller	967.366	0,78	136,67/1,61	172,89	130.453.368
Farve TV	967.366	1,6	139,37/1,44	170,75	264.284.391
Kanalselector	967.366	0,19	9,92/5,0	48,05	8.831.567
Spillekonsol	967.366	0,49	124/10,97	107,21	50.818.541
Stereoanlæg	967.366	0,8	14,45/4,89	42,03	32.526.714
Surround	967.366	0,26	136,67/1,61	173,14	43.547.334
I alt					630.252.873

Tabel 3.11. Elforbrug til underholdning i lejligheder

Det samlede elforbrug på 630.252.873 kWh svarer til et gennemsnitligt elforbrug i de 967.366 lejligheder på 651 kWh. Tallet stemmer nogenlunde overens med forbruget til underholdning iflg. figur 2.1

3.4.2 Underholdning - parcelhuse

I tabel 3.12 ses elforbruget til madlavning i parcelhuse. Elforbruget er beregnet på samme måde som beskrevet i afsnit 3.4.1

	Antal huse.	Udbredelse	Effekt i drift [W]	Elforbrug pr. apparat [kWh]	Elforbrug [kWh/år]
Bærbar pc	1.509.664	1,6	12,59	11,45	27.657.044
Printer	1.509.664	0,53	417,17/22,68	89,64	71.722.928
Router (inkl. hub)	1.509.664	0,21	10,23/4,95	24,98	7.919.395
Stationær pc	1.509.664	1	61,73/1,9	48,57	73.324.380
Trådløst netværk	1.509.664	0,83	10,23/4,95	24,98	31.300.467
Blueray afspiller	1.509.664	0,92	136,67/1,61	172,89	240.125.344
Farve TV	1.509.664	2,4	139,37/1,44	170,75	618.660.307
Kanalselector	1.509.664	0,41	9,92/5,0	48,05	29.741.135
Spillekonsol	1.509.664	0,65	124/10,97	107,21	105.203.200
Stereoanlæg	1.509.664	1	14,45/4,89	42,03	63.451.177
Surround	1.509.664	0,36	136,67/1,61	173,14	94.097.960
I alt					1.363.203.336

Tabel 3.12. Elforbrug til underholdning i parcelhuse

Det samlede elforbrug på 1.363.203.336 kWh svarer til et gennemsnitligt elforbrug i de 1.509.664 huse på 903 kWh. Tallet stemmer fint overens med forbruget til underholdning iflg. figur 2.3.

Elforbruget i alt i Danmark til underholdning udgør således:

$$630 \text{ GWh} + 1.363 \text{ GWh} = 1.993 \text{ GWh}$$

Der vurderes ikke at være muligheder for at afbryde for anlæg til underholdning i perioder med spidsbelastninger på el-nettet

3.5 Madlavning

3.5.1 Madlavning - lejligheder

I tabel 3.13 ses elforbruget til madlavning i lejligheder. Elforbruget er beregnet på baggrund af udbredelser som stammer fra ELMODEL-bolig Statistik.

	Antal lejl.	Udbredelse	Effekt i drift [W]	Elforbrug pr. apparat [kWh]	Elforbrug [kWh/år]
El-bageovn	967.366	0,7	-	76,3	51.667.018
El-kogeplader	967.366	0,82	1.653	126,3	100.186.227
Mikrobølgeovn	967.366	0,68	972	19,23	12.649.664
Espressomaskine	967.366	0,11	-	-	-
Kaffemaskine	967.366	0,48	1.347	95,55	44.367.274
El kedel	967.366	0,83	2.367	11,01	8.840.081
Emhætte	967.366	0,7	184	75,43	51.077.892
Blender	967.366	-	575	12,5	-
Foodprocessor	967.366	0,19	1.029	28,05	5.155.577
Røremaskine	967.366	0,28	1.029	28,05	7.597.692
Lille bordovn	967.366	0,1	1.500	95,93	9.279.941
I alt					282.469.366

Tabel 3.13. Elforbrug til madlavning i lejligheder

Det samlede elforbrug på 282.469.366 kWh svarer til et gennemsnitligt elforbrug i de 967.366 lejligheder på 292 kWh. Tallet stemmer nogenlunde overens med forbruget til madlavning iflg. figur 2.1.

3.5.2 Madlavning - parcelhuse

I tabel 3.14 ses elforbruget til madlavning i parcelhuse. Elforbruget er beregnet på samme måde som beskrevet i afsnit 3.5.1

	Antal huse.	Udbredelse	Effekt i drift [W]	Elforbrug pr. apparat [kWh]	Elforbrug [kWh/år]
El-bageovn	1.509.664	0,7	-	76,3	80.631.154
El-kogeplader	1.509.664	0,98	1.653	126,3	186.857.152
Mikrobølgeovn	1.509.664	0,81	972	19,23	23.514.979
Espressomaskine	1.509.664	0,12	-	-	-
Kaffemaskine	1.509.664	0,72	1.347	95,55	103.858.844
El kedel	1.509.664	0,87	2.367	11,01	14.460.618
Emhætte	1.509.664	0,93	184	75,43	105.902.778
Blender	1.509.664	-	575	12,5	-
Foodprocessor	1.509.664	0,31	1.029	28,05	13.127.283
Røremaskine	1.509.664	0,47	1.029	28,05	19.902.655
Lille bordovn	1.509.664	0,1	1.500	95,93	14.482.206
I alt					562.737.669

Tabel 3.14. Elforbrug til madlavning i parcelhuse

Det samlede elforbrug på 562.737.669 kWh svarer til et gennemsnitligt elforbrug i de 1.509.664 huse på 373 kWh. Tallet stemmer fint overens med forbruget til madlavning iflg. figur 2.3.

Elforbruget i alt i Danmark til madlavning udgør således:

$$282 \text{ GWh} + 563 \text{ GWh} = 845 \text{ GWh}$$

Der vurderes ikke at være muligheder for at afbryde for anlæg til madlavning i perioder med spidsbelastninger på el-nettet

3.6 Opvarmning

3.6.1 Opvarmning - lejligheder

Der findes ikke tilstrækkeligt og fyldestgørende materiale til at foretage en vurdering af elforbruget til opvarmning i lejligheder. I ELMODEL-bolig Statistik findes dog tilstrækkeligt materiale til at vurdere elforbruget til cirkulationspumper

Cirkulationspumper

Iflg. ELMODEL-bolig Statistik er udbredelsen af cirkulationspumper i lejligheder 34 %. 33 % af pumperne slukkes om sommeren. Den gennemsnitlige belastning fra en moderne A-pumpe er ca. 5 W.

$$(0,33 \cdot 0,34 \text{ pumper/parcelhus} \cdot 967.366 \text{ parcelhuse} \cdot 5 \text{ W/pumpe} \cdot 5.448 \text{ h/år}) + (0,67 \cdot 0,34 \text{ pumper/parcelhus} \cdot 967.366 \text{ parcelhuse} \cdot 5 \text{ W/pumpe} \cdot 8.760 \text{ h/år}) = 12.608.617 \text{ kWh} = \mathbf{13 \text{ GWh.}}$$

Belastningen fra cirkulationspumperne udgør ca. **2 MW**.

3.6.2 Opvarmning - parcelhuse

Der findes ikke tilstrækkeligt og fyldestgørende materiale til at foretage en komplet vurdering af elforbruget til opvarmning i parcelhuse. I ELMODEL-bolig Statistik findes dog tilstrækkeligt materiale til at vurdere elforbruget til cirkulationspumper.

Cirkulationspumper

Iflg. ELMODEL-bolig Statistik er udbredelsen af cirkulationspumper i lejligheder 77 %. 51 % af pumperne slukkes om sommeren. Den gennemsnitlige belastning fra en moderne A-pumpe er ca. 5 W.

$$(0,51 \cdot 0,77 \text{ pumper/parcelhus} \cdot 1.509.664 \text{ parcelhuse} \cdot 5 \text{ W/pumpe} \cdot 5.448 \text{ h/år}) + (0,49 \cdot 0,77 \text{ pumper/parcelhus} \cdot 1.509.664 \text{ parcelhuse} \cdot 5 \text{ W/pumpe} \cdot 8.760 \text{ h/år}) = 41.097.414 \text{ kWh} = \mathbf{41 \text{ GWh.}}$$

Belastningen fra cirkulationspumperne udgør ca. **6 MW**.

3.7 Diverse

3.7.1 Diverse - lejligheder

Ventilation

Det samlede areal af etagebyggeri udgjorde i 2009 omkring 100.707 [1000 m²].

(Kilde: Statistisk Årbog 2010 (SÅ2010) tabel 271).

Krav om mekanisk udsugning i etagebyggeri kom med BR1982. Det samlede areal af etagebyggeri udgjorde i 1981 omkring 67.988 [1000 m²].

(Kilde: Statistisk Årbog 1985 (SÅ1985), tabel 251).

Beregningsmæssigt kan elforbruget sættes til 3,1 kWh/år pr. m² gulvareal med et specifikt elforbrug på 1.000 J/m³.

Det er vurderet, at omkring 25 % af etagebyggeriet fra før 1982 er forsynet med mekanisk udsugning og 100 % efter 1982, hvilket giver et beregnet samlet elforbrug på 154 GWh/år. Dette svarer til en belastning (8.760 h/år) på ca. **18 MW**.

3.7.2 Diverse - parcelhuse

Ventilation

Krav om mekanisk ventilation i enfamiliesboliger kom med BR05. I perioden 2005 til 2010 blev der bygget 8.900 [1000 m²] enfamiliesboliger.

(Kilde: Danmarks Statistisk)

Beregningsmæssigt kan elforbruget sættes til ca. 4 kWh/år pr. m² gulvareal med et specifikt elforbrug på 1.200 J/m³.

Det samlede elforbrug kan beregnes til 35 GWh/år.

Dette svarer til en belastning (8.760 h/år) på ca. **4 MW**.

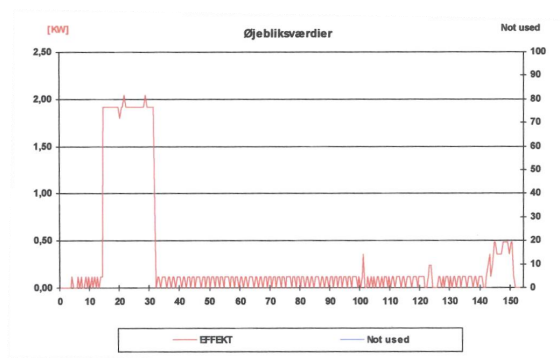
4 Potentiale (muligheder for at flytte eller afbryde elforbrug)

4.1 Vask

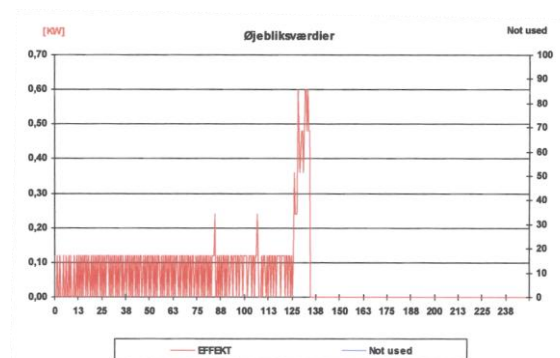
4.1.1 Vaskemaskiner

I figur 4.1 og 4.2 ses effektoptag for en vaskemaskine med henholdsvis koldtvandsindtag og varmtvandsindtag. Effektoptagene ses for et 40 °C vaskeprogram.

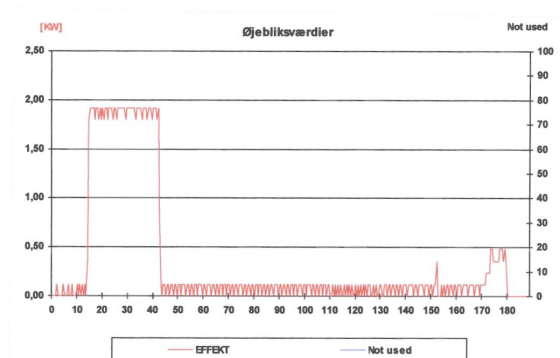
I figur 4.3 og 4.4 ses effektoptag for en vaskemaskine med henholdsvis koldtvandsindtag og varmtvandsindtag. Effektoptagene ses for et 60 °C vaskeprogram.



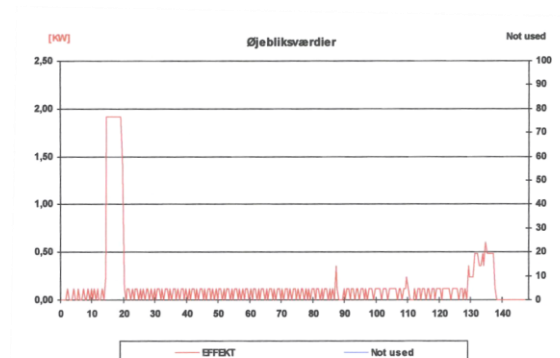
Figur 4.1. Vaskemaskine 40 °C (koldtvandsindtag)



Figur 4.2. Vaskemaskine 40 °C (varmtvandsindtag)



Figur 4.3. Vaskemaskine 60 °C (koldtvandsindtag)



Figur 4.4. Vaskemaskine 60 °C (varmtvandsindtag)

Lejligheder

Program	Elforbrug koldt vand [kWh/år]	Elforbrug varmt vand [kWh/år]
90 °C	55	35
60 °C	29	10
40 °C	54	14
30 °C	29	8
I alt	167	67

Tabel 4.1. Elforbrug til vaskemaskiner i lejligheder

Parcelhuse

Program	Elforbrug koldt vand [kWh/år]	Elforbrug varmt vand [kWh/år]
90 °C	64	11
60 °C	38	16
40 °C	60	13
30 °C	41	41
I alt	203	81

Tabel 4.2. Elforbrug til vaskemaskiner i parcelhuse

Besparelse i alt:

$$\begin{aligned} & ((167 \text{ kWh/år} - 67 \text{ kWh/år}) \cdot 967.366 \text{ lejl.} \cdot 0,55 \text{ mask./lejl}) + \\ & ((203 \text{ kWh/år} - 81 \text{ kWh/år}) \cdot (1.509.664 \text{ huse} \cdot 0,94 \text{ mask./hus}) = \\ & 226.333.398 \text{ kWh/år} = \mathbf{226 \text{ GWh}} \end{aligned}$$

Antages det, at vaskemaskiner typisk benyttes i tidsrummet fra kl. 8.00 til kl. 22.00 (hver dag) kan man beregne en minimumsbelastning på:

$$226 \text{ GWh/år: } (14 \text{ h/dag} \cdot 365 \text{ dage/år}) = \mathbf{44 \text{ MW.}}$$

4.1.2 Tørretumblere

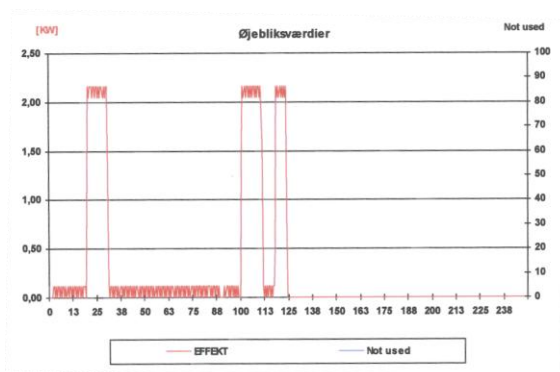
Som beskrevet i afsnit 3.2.4 udgør elforbruget til tørretumblere ca. 223 GWh/år. Antages det, at tørretumblere typisk benyttes i tidsrummet fra kl. 8.00 til kl. 22.00 (hver dag) kan man beregne en minimumsbelastning på:

$$223 \text{ GWh/år: } (14 \text{ h/dag} \cdot 365 \text{ dage/år}) = \mathbf{43 \text{ MW.}}$$

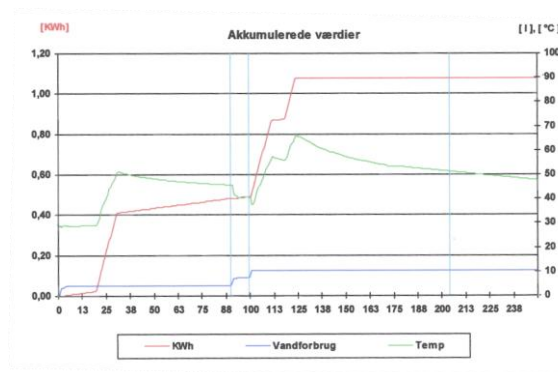
Det vil sige, at man vil kunne flytte en belastning på 43 MW til f.eks. om natten. Rent praktisk er det dog forbundet med nogle besværligheder, da tørretumblerne skal påfyldes manuelt.

4.1.3 Opvaskemaskiner

I figur 4.5 ses effektoptag for en opvaskemaskine med koldt vandsindtag. I figur 4.6 ses elforbrug, vandforbrug og temperatur for opvaskemaskinen.



Figur 4.5. Opvaskemaskine - effektoptag



Figur 4.6. Opvaskemaskine – elforbrug, vandforbrug og temperatur

Lejligheder

Program	Elforbrug koldt vand [kWh/år]	Elforbrug varmt vand [kWh/år]
Økonomi (50-55 °C)	111	78
Normal (60-65 °C)	103	51
I alt	214	129

Tabel 4.3. Elforbrug til opvaskemaskiner i lejligheder

Parcelhuse

Program	Elforbrug koldt vand [kWh/år]	Elforbrug varmt vand [kWh/år]
Økonomi (50-55 °C)	124	88
Normal (60-65 °C)	98	48
I alt	222	136

Tabel 4.4. Elforbrug til opvaskemaskiner i parcelhuse

Besparelse i alt:

$$\begin{aligned} & ((214 \text{ kWh/år} - 129 \text{ kWh/år}) \cdot 967.366 \text{ lejl.} \cdot 0,43 \text{ mask./lejl}) + \\ & ((222 \text{ kWh/år} - 136 \text{ kWh/år}) \cdot (1.509.664 \text{ huse} \cdot 0,84 \text{ mask./hus}) = \\ & 144.415.355 \text{ kWh/år} = \mathbf{144 \text{ GWh}} \end{aligned}$$

Antages det, at opvaskemaskiner typisk benyttes i tidsrummet fra kl. 8.00 til kl. 22.00 (hver dag) kan man beregne en minimumsbelastning på:

$$144 \text{ GWh/år: } (14 \text{ h/dag} \cdot 365 \text{ dage/år}) = \mathbf{28 \text{ MW}}.$$

4.2 Køl/frys

Iflg. tabel 3.7 og 3.8 udgør elforbruget til kumfrysere og skabsfrysere ca. 271 GWh/år. Dette svarer til en gennemsnitsbelastning på ca. **31 MW**.

Som nævnt i afsnit 3.3 vurderes det, at der er muligheder for at integrere intelligent styring i kumme- og skabsfrysere, som i perioder med overskud af el, køler kumme- og skabsfryserne ekstra ned, dvs. 5 – 10 °C lavere end de – 18 °C der er den normale temperatur i denne type frostmøbler. Den lavere temperaturs indflydelse på fødevarerne skal undersøges nærmere.

Andre kilder

Andre hjælpeværktøjer - links - kilder

Rapporter, kataloger, vejledninger og standarder

- /1/ Fremskrivning af boligsektorens elforbrug 2007 – 2030. ELMODEL-bolig. Datagrundlag 2006. IT Energy. 15. april 2008.
- /2/ ELMODEL-bolig. Nyheder i spørgeskemaundersøgelse 2010. Marts 2011.
- /3/ Statistisk Årbog 2010. Danmarks Statistik. Juni 2010. ISBN 978-87-501-1845-9

Hjemmesider

ELMODEL-bolig
www.elmodelbolig.dk

Energistyrelsen
www.ens.dk

Go'Energi
<http://www.goenergi.dk/>

Danmarks Statistik
www.dst.dk

Teknologisk Institut
www.teknologisk.dk