

Strømforbruk i norske husholdninger

Fordypningsprosjekt

Høsten 2011

Hans Magnus Kure

FORORD

Denne rapporten er utarbeidet høsten 2011 og er et resultat av faget TET5500 Fordypningsprosjekt, som inngår i det internasjonale masterprogrammet ved Institutt for elkraftteknikk ved NTNU. Oppgavens tema er innenfor fagområdet elektriske anlegg og er skrevet i samarbeid med SINTEF Energi og Enova.

Jeg vil gjerne rette en stor takk til Hanne Sæle ved SINTEF Energi og Odd Arnesen ved Enova for gode innspill og råd underveis i prosjektperioden. Jeg vil også takke min veileder Eilif Hugo Hansen for tett oppfølging og interessante innspill underveis.

Sted: Trondheim **Dato:** 21.12.11

Hans Magnus Kure

SAMMENDRAG

Det finnes i dag lite kunnskap om hvordan elektrisitet brukes i norske husholdninger, og i følge de norske myndighetene benyttes 60 prosent av det elektriske forbruket til oppvarming, 20 prosent til elektrisk utstyr og 20 prosent benyttes til annet forbruk inkludert oppvarming av varmtvann.

Denne rapporten har som mål å kartlagge om utetemperatur, byggeår og antall personer innvirker på totalt energiforbruk i norske eneboliger, samt kartlegge hvordan formålsfordelingen innvirker på totalforbruket.

Det er innhentet måledata for energiforbruket til ulike husholdningsapparater, samt måledata for totalt energiforbruk fra 16 husholdninger på Fosenhalvøya i Sør-Trøndelag. Målemetodene som er benyttet for innhenting av måledata for totalforbruket er et avansert måle- og styringssystem (AMS), som innebærer at forbruket automatisk blir registrert hver time og oversendt til nettselskapet. Dette medfører at FosenKraft kan gi en korrekt spotpris på den energien som kunden forbruker. Når det gjelder innhenting av måledata for energiforbruket til husholdningsapparatene, er det benyttet lokale energimålere kalt Power Detective. Disse registrerer energiforbruket hvert minutt og måledataene lagres på et lokalt minnekort i CSV format som er kompatibelt med Excel.

Det er ut fra de innhentede måledataene utarbeidet en årsprofil for en norsk gjennomsnittlig enebolig, og det viser seg at energiforbruket tydelig følger variasjonene i den midlere utemperaturen. Estimeringen viser også at de energieffektive forbedringene som er foretatt i den byggtekniske forskriften (TEK) har redusert energiforbruket i norske eneboliger drastisk siden 1969 og frem til siste reviderte utgave i 2010. Energiforbruket i eneboliger bygd etter TEK07/10 har et forbruk som er 35 prosent lavere enn i forhold til energiforbruket i eneboliger bygd etter TEK 69 eller eldre.

Kartleggingen som er foretatt på grunnlag av innhentet måledata av formålsfordelingen viser at 20 prosent av det totale energiforbruket går med til oppvarming av varmtvann, 25 prosent går med til elektrisk utstyr og belysning og de resterende 55 prosentene går med til oppvarming av eneboligen samt en del ukjent forbruk som ikke lar seg definere i dette prosjektet. Denne formålsfordelingen stemmer godt med myndighetenes hypotese om formålsfordeling av elektrisk energi i norske husholdninger.

INNHALDSFORTEGNELSE

Forord	II
Sammendrag.....	III
Innholdsfortegnelse.....	IV
1 Innledning	1
2 Energibruk i bygninger	2
2.1 Energistatistikk for norske husholdninger.....	2
2.2 Tekniske forskrifter og krav.....	2
2.2.1 Bygningens energibehov	4
2.3 Klimaelementer.....	4
2.3.1 Temperatur	5
2.3.2 Vind.....	6
2.3.3 Solstråling.....	6
2.4 Beregning av energibehovet.....	7
3 Målekriterier	10
3.1 Måledatagrunnlaget	10
3.1.1 Måledata.....	10
3.1.2 Klimadata	11
3.2 Måleutstyr	12
3.3 Kvaliteten på innsamlet data	13
3.3.1 Målingenes troverdighet	13
4 Elektrisitetsforbrukets variasjon	15
4.1 Variasjon over året.....	15
4.1.1 Årsforbruk etter byggestandard	18
4.1.2 Årsforbruk etter antall personer i husholdningen	20
4.1.3 Korrigert gjennomsnittsforbruk.....	21
4.2 Variasjon over døgnet	22
4.3 Energiforbrukets formålsfordeling.....	24
4.3.1 Energibruk per husholdningsapparat	24
5 Diskusjon.....	28
5.1 Energiforbrukets variasjoner	28
5.2 Energiforbrukets formålsfordeling	29
5.3 Målinger	29
5.4 Videre arbeid	31
6 Konklusjon.....	32
Referanser.....	33
Vedlegg.....	35

1 INNLEDNING

Energiforbruket per innbygger i Norge er mye høyere enn det er i resten av verden, og det er kun Island som forbruker mer energi per innbygger. Dette kommer av de lave energiprisene, den høye levestandarden og den gode tilgangen på fornybar energi. Norge forbruker årlig nesten 111 TWh elektrisk energi hvorav forbruket i boliger og husholdninger utgjør ca 30 prosent, noe som tilsvarer 33 TWh [1].

Når forbruket blir fordelt på formål blir om lag 60 prosent benyttet til elektrisk oppvarming av boligen, 20 prosent benyttes til elektrisk utstyr og belysning, mens de siste 20 prosentene er definert som annet forbruk, noe som også inkluderer oppvarming av vann [2].

Norge har forpliktet seg gjennom EØS-avtalen å redusere energiforbruket, redusere CO₂ utslippene og øke andelen produsert energi fra fornybare energikilder med 20 prosent løpet av 2020 [3]. For å oppnå dette må forbruket av elektrisitet i den norske byggemassen reduseres. Det er derfor viktig og nyttig å kjenne til forbruket til ulike formål, slik at innsatsmidler kan settes inn der de ventes å gjøre mest nytte.

Det finnes i dag lite kunnskap om hvor mye elektrisk energi som benyttes til ulike formål i norske husholdninger og hvilke faktorer som endres hvis en innfører ulike enøk-tiltak. Et enøk-tiltak som reduserer elenergiforbruket til belysning er lavenergilamper som benytter mindre effekt, men avgir samme lysytelse. Endrer dette behovet for oppvarming siden lavenergilamper avgir mindre varme enn tradisjonelle lyskilder som glødelampe og halogenlødelampe?

Det er derfor viktig å kartlegge de faktorene som bestemmer forbruket av elektrisitet til forskjellige formål i boliger og husholdninger. Målet med dette forprosjektet er nettopp å kartlegge og analysere forbruksmønsteret til ulike formål, samt kartlegge og analysere hvordan døgn- og årsvariasjoner avhenger av utetemperatur, antall personer i boligen og i hvilket år boligen er oppført. Det vil bli innhentet måledata fra 16 eneboliger på Fosen i Sør-Trøndelag som skal ligge til grunn for prosjektarbeidet. Det vil ikke bli foretatt egne målinger i dette forprosjektet, men det skal benyttes målinger foretatt av SINTEF Energi og FosenKraft.

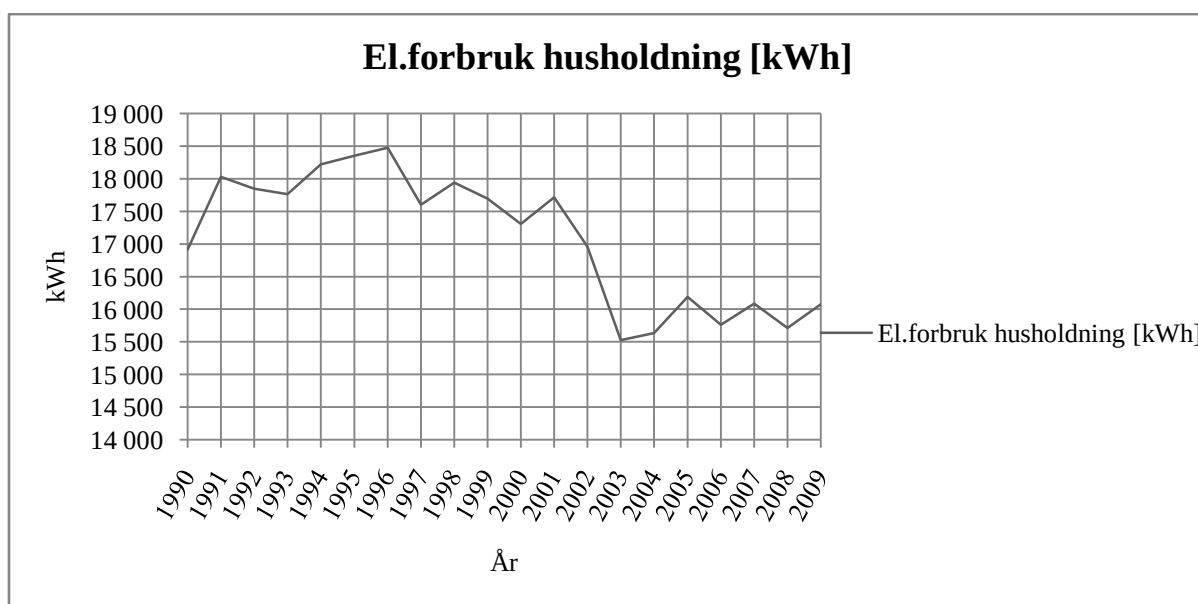
Den første delen av rapporten inneholder teori om hva som påvirker energiforbruket i en bygning samt en sammenligning av de ulike tekniske energikravene i byggeforskriften fra 1969 til 2010. Andre del av rapporten beskriver måledata og målemetodene som er benyttet i dette prosjektet, samt en beskrivelse om hvor stor tillitt man kan ha til måleresultatene og utvalget som er benyttet. Tredje del tar for seg fremstilling og sammenligning av måleresultatene. Rapporten avsluttes med en diskusjon av resultatene samt en konklusjon.

2 ENERGIBRUK I BYGNINGER

2.1 Energistatistikk for norske husholdninger

Energibruken i en husholdning er avhengig av flere faktorer som lokalt klima, bygningsmessig tilstand, installasjoner, tekniske anlegg og selve bruken av elektrisk utstyr. Samme type husholdning kan ha stor variasjon i energibruken, avhengig av boligeierens bruksvaner, kunnskap og interesser [4].

Forbruket av elektrisitet per husholdning har steget med om lag 800 prosent fra 1930 og frem til 2009. I 1930 var forbruket på 2000 kWh, mens den i 2009 var på 16000 kWh. Forbruket har likevel sunket siden toppnivået på 18500 kWh i 1996. Figur 2-1 viser utviklingen i elektrisitetsforbruket fra 1990 frem til og med 2009 [5]. Den kraftige nedgangen i forbruket fra 2001 til 2003 skyldes flere faktorer som lavere gjennomsnittstemperaturer og lite nedbør, noe som gav økte kraftpriser, samt større fokus på energieffektiviseringstiltak.



Figur 2-1 Elektrisitetsforbruket per husholdning fra 1990 til 2009 [5]

2.2 Tekniske forskrifter og krav

”Forskrift om tekniske krav til byggverk” (Byggteknisk forskrift, TEK) har som formål å sikre at tiltak planlegges, prosjekteres og utføres ut fra hensyn til god visuell kvalitet, universell utforming og slik at tiltaket oppfyller tekniske krav til sikkerhet, miljø, helse og energi [6]. Forskriften har blitt endret ved jevne mellomrom og den siste reviderte forskriften (TEK-10) trådte i kraft 1.7.2010. Det har med tiden blitt strengere krav til varmetap i bygningskroppen gjennom transmisjons-, infiltrasjons- og ventilasjonstap som vist i Tabell

2-1. Dette for å redusere energiforbruket i bygninger og for å bidra til å oppfylle EU-kommisjonens krav om å redusere energiforbruket med 20 prosent innen år 2020.

Tabell 2-1 Energiltak iht. til teknisk forskrifter [4],[6],[7]

Energiltak	TEK-69	TEK-87	TEK-97	TEK-07
U-verdi yttervegg	0,46 W/m ² K	0,30 W/m ² K	0,22 W/m ² K 20 cm isolasjon	0,18 W/m ² K 25 cm isolasjon
U-verdi tak	0,41 W/m ² K	0,20 W/m ² K	0,15 W/m ² K 25-30 cm isolasjon	0,13 W/m ² K 30-35 cm isolasjon
U-verdi gulv	0,46 W/m ² K	0,30 W/m ² K	0,15 W/m ² K 20 cm isolasjon	0,15 W/m ² K 20-25 cm isolasjon + kantisolasjon
U-verdi vindu og dør	3,14 W/m ² K	2,40 W/m ² K	1,60 W/m ² K, 2- lags vinduer	1,20 W/m ² K, 2- lags vinduer med isolert karm
Kuldebroverdi	-	-	Inkl. i U-verdi for yttervegg	0,03 W/m ² K for småhus, 0,06 W/m ² K for andre bygg
Lekkasjetall ved 50 Pa trykkforskjell	-	4,0 luftskift pr. time for småhus 3,0 for andre bygg inntil 2 etasjer 1,5 for andre bygg over 2 etasjer	4,0 luftskift pr. time for småhus 3,0 for andre bygg inntil 2 etasjer 1,5 for andre bygg over 2 etasjer	2,5 luftskift pr. time for småhus 1,5 for andre bygg
Varmegjenvinning	Ingen krav	Ingen krav	$\eta = 0,6$	$\eta = 0,7$
Temperaturstyring	Ingen krav	Ingen krav	Ingen krav	Natt- og helgesenking til 19°C

Den siste reviderte utgaven av den tekniske byggeforskriften, TEK 10, er ikke beskrevet da det ikke har vært noen spesielle endringer i energiltakene, som for eksempel ved varmegjennomgangskoeffisienten (U-verdi [W/m²K]), fra forrige revidering i 2007. Det som skiller TEK 10 fra de eldre utgavene av den byggtekniske forskriften, er endrede krav til energirammer. Energirammene setter krav til totalt netto energiforbruk i ulike bygninger, målt i kWh/m². Årlig netto energiforbruk i kWh/m² for småhus, samt fritidsboliger over 150 m²

oppvarmet bruksareal (BRA) er $120 \text{ kWh/m}^2 + 1600/\text{m}^2$ oppvarmet BRA og for boligblokker er årlig netto forbruk 115 kWh/m^2 [6]. Arealleddet er lagt til for å ta høyde for at småhus har større ytterflater og tilhørende større varmetap per m^2 oppvarmet BRA enn større bygninger som f.eks. boligblokker.

2.2.1 Bygningens energibehov

Energibehovet til nye bygninger skal i dag ligge innenfor de energirammer som er fastsatt av TEK 10. I NS 3031:2007 er det satt opp en tabell for effekt- og energibehovet for ulike bygningstyper. Et anbefalt energibudsjett i henhold til NS 3031:2007 er satt opp i Tabell 2-2. Effektbehovet er gitt som årlig energibehov dividert med driftstiden. For oppvarming, belysning og utstyr i småhus og boligblokker, er driftstiden 5824 timer, mens for ventilasjonsanlegg er driftstiden 8760 timer ($24/7/52$)¹. Energibehovet til belysning i denne tabellen kan reduseres med 20 prosent, hvis det benyttes styringssystemer for utnyttelse av dagslys eller tilstedeværelse.[8]

Tabell 2-2 Energibudsjett i henhold til NS 3031:2007[8]

Energibudsjett	Installert effekt	
	W/m ²	kWh/m ²
Oppvarming	8,8	51
Ventilasjon	0,7	6
Varmtvann	5,1	30
Vifter og pumper	1,4	8
Belysning	2,9	17
Diverse	4,0	23
Kjøling	0	0
Sum	23	135

2.3 Klimaelementer

Energibehovet i bygninger er avhengig av ulike ytre og indre faktorer som medvirker til varmetap samt varmetilskudd til bygningen. Varmetapene er avhengig av bygningsdelenes konstruksjon, noe som påvirker konstruksjonens U-verdi, samt klimaelementer som temperatur og vind. Varmetilskuddet til bygningen er avhengig av aktivitetsnivået til personene, det tekniske utstyret i bygningen samt solinnstråling og annen stråling. En beskrivelse av de ulike klimaelementene som har størst betydning på energibehovet i ulike bygninger blir beskrevet her.

¹ ($24/7/52$) representerer en brukstid på 24 timer per dag, 7 døgn per uke og 52 uker i året. Regner man sammen dette får man 8736 timer, men kontinuerlig drift i et helt år tilsvarer 8760 timer.

2.3.1 Temperatur

Forskjellen på ønsket innetemperatur og utetemperaturen innvirker på varmetapet fra en bygning og det er derfor viktig å benytte relevante data for utetemperaturen på stedet. Lufttemperaturen blir målt 4 ganger i døgnet på alle meteorologiske målestasjoner, i tillegg til at maksimal- og minimaltemperaturen registreres i løpet av døgnet. For beregninger benyttes forenklinger av disse dataene, som middeltemperatur, dimensjonerende utetemperatur (DUT) og graddagtallet.

Middeltemperatur er en gjennomsnittstemperatur for et år, en måned eller en dag, der månedsmiddeltemperatur gir en grov beskrivelse av hvordan temperaturklimaet er på stedet. I tidligere versjon av NS 3031 var det oppgitt en rekke måneds- og årsmiddeltemperaturer fra forskjellige steder i Norge, men disse er borte fra gjeldende standard og er nå å finne i Enova sin utgave av *"manual for enøk normtall"*, samt meteorologisk institutt sine nettsider. [9]

Dimensjonerende utetemperatur (DUT, θ_{DU}) er en gjennomsnittsverdi for den kaldeste sammenhengende 3-dagers perioden i løpet av en 30-års periode som det foreligger målinger for, og blir benyttet som utgangspunkt for beregninger av energibehovet i en bygning [9]. Verdiene for DUT er oppgitt i blant annet *"manual for enøk normtall"* fra Enova for forskjellige steder i landet.

Graddagtallet er integralet av differansen mellom ønsket innetemperatur og utetemperaturen over den delen av året utetemperaturen er lavere enn innetemperaturen, noe som i praksis vil si nesten hele året. Dette blir gjerne benyttet for å beregne et overslag av bygningens fyringsbehov. Tidligere definisjoner av graddagtallet var knyttet til bygningens fyringssesong. Fyringssesongen ble regnet å starte når utetemperaturen sank under 11 °C på høsten og sluttet når utetemperaturen kom over 9 °C om våren [9]. Lengden på fyringssesongen er antall dager mellom disse utetemperaturgrensene. Graddagtallet ble da basert på en dimensjonerende innetemperatur på 17 °C, for bygninger med ønsket innetemperatur på 20 °C. Det ble antatt at differansetemperaturen skulle dekkes av varmetilskudd fra solstråling, personer og utstyr. Dagens metode benytter den reelle innetemperaturen og beregner varmetilskuddet separat i hvert enkelt tilfelle [9].

Graddagtallet, eller energi gradtall, benyttes for å korrigere energiforbruket til oppvarming i henhold til temperaturvariasjoner. Gradtallet for en spesifikk måned eller år blir sammenlignet med gradtallet fra normalen som blir oppgitt av meteorologisk institutt eller i *"manual for enøk normtall"* fra Enova. Normal gradtall er et gjennomsnittstall for en 30-års periode fra perioden 1961 til 1990. Temperaturkorrigert energiforbruk beregnes med formel (2-1) [10].

$$E_{\text{korrr}} = E \cdot (1 - k) + E \cdot k \cdot \frac{\text{normal gradtall}}{\text{gradtall i ønsket år}} \quad (2-1)$$

E – Forbruket [kWh]

k – Korreksjonsfaktor for bygningskategori

Årsaken til at man korrigerer for bygningskategori er at andelen av totalforbruket som går med til oppvarming varierer med bygningstypen. Eneboliger og rekkehus har en korreksjonsfaktor lik 0,55, kontorbygg her en faktor lik 0,4 og leiligheter i blokk har en faktor på 0,6 [10].

2.3.2 Vind

Vind bidrar til en naturlig ventilasjon i bygget, men kan også fører til betydelige varmetap, særlig i eldre, utette bygninger. Vindhastigheten bygningen blir utsatt for vil øke bygningens varmetap ved at varmeovergangsmotstanden ved bygningens utvendige flater reduseres. Dette har betydning for dårlige isolerte bygningsdeler, med høy U-verdi, som for eksempel vindusruter og ytterdører [9].

Vind er en av faktorene som gir økt infiltrasjonstap i bygningen. Infiltrasjonstap er knyttet til utettheter i bygningens ytre konstruksjon. Det kan være utettheter i selve konstruksjonen, men det kan også være utettheter i fuger eller i tilslutninger mellom forskjellige bygningsdeler. En trykkforskjell mellom ute- og inneluft, fører til en luftgjennomstrømning gjennom utetthetene. Trykkforskjellen kan forårsakes av vind, ventilasjonsanlegg og termisk oppdrift som følge av temperaturdifferansen mellom ute- og innetemperatur. [11]

Det er viktig å ta hensyn til vindhastigheten og vindretningene for å redusere energibehovet, men målinger foretatt av frittstående målestasjoner fra meteorologisk institutt sier likevel lite om hvilke vindforhold bygningen blir utsatt for. Målestasjonene er gjerne plassert i uskjermet terreng og måler vanligvis vindhastighet, samt vindretning 10 meter over bakken. Det er derfor vanskelig å benytte meteorologiske vinddata til å korrigere elenergiforbruket og sammenligne forbruket med normalår slik man kan med temperaturkorrigert forbruket.

2.3.3 Solstråling

Kunne man utnyttet alt varmetilskudd fra solstråling, ville det ikke vært behov for ekstra varmetilskudd i bygningene. Dette er dessverre ikke tilfelle selv om en standard enebolig mottar 5-10 ganger mer solstråling enn det oppvarmingsbehovet er for et helt år. Normalt utnytter man kun en brøkdel av dette, og det er først og fremst tilskudd gjennom vinduer og andre lysåpninger [9]. Likevel utgjør dette en stor andel av det totale oppvarmingsbehovet.

Solstråling sammen med utetemperaturen utgjør derfor de to klimaelementene som er viktigst for energibehovet i bygninger [9]. I tillegg til å dekke deler av oppvarmingsbehovet kan solstråling også bidra til å redusere behovet for kunstig belysning ved å utnytte dagslyset, for

eksempel ved hjelp av et lysstyringssystem som måler lysstyrken i et spesielt rom eller et spesielt sted i bygningen.

I eneboliger er det ønskelig med mye solvarme og dagslys, mens mange yrkesbygg har en virksomhet som genererer mye intern varme slik at utnyttelse av spesielt solvarme er lite ønskelig. Sydvendte flater får størst innstråling om vår og høst, mens øst- og vestvendte flater mottar størst innstråling om sommeren. For å kunne utnytte tilskuddet fra solstrålingen optimalt er det derfor viktig å plassere bygget i riktig himmelretning avhengig av hva slags type bygg det er snakk om.

NS 3031:2007 gir strålingsdata for standard referanseår med månedsgjennomsnittlige verdier for strålingsfluksen i W/m^2 for ulike himmelretninger og flatehelningsgrader. Ved beregning av varmetilskudd fra solinnstråling gjennom vinduene, formel (2-2), må man ta hensyn til absorpsjon i glassene, refleksjon fra overflaten og eventuelt avskjerming av vinduene [8].

$$Q_s = \sum_j [I_{s,j} \cdot \sum A_{s,j}] \cdot F_s \cdot t \cdot 10^{-3} \text{ [kWh]} \quad (2-2)$$

j – Himmelretningsindeks

$I_{s,j}$ – Gjennomsnittlig strålingsfluks [W/m^2]

$A_{s,j}$ – Effektivt vindusareal [m^2]

F_s – Solskjermingsfaktor (emissivitet, solfaktor og avskjerming)

t – Tid [h]

2.4 Beregning av energibehovet

At varmebehovet er avhengig av utetemperatur (θ_u) og ønsket innetemperatur (θ_i) går frem av formel (2-3), (2-4) og (2-5). Disse beskriver henholdsvis transmisjons-, ventilasjons- og infiltrasjonstapene i en bygning [8] [11].

$$Q_t = U \cdot A \cdot (\theta_i - \theta_{DU}) \cdot t \cdot 10^{-3} \text{ [kWh]} \quad (2-3)$$

$$Q_v = c \cdot n_v \cdot V \cdot (1 - \eta) \cdot (\theta_i - \theta_{DU}) \cdot t \cdot 10^{-3} \text{ [kWh]} \quad (2-4)$$

$$Q_i = c \cdot n_i \cdot V \cdot (\theta_i - \theta_{DU}) \cdot t \cdot 10^{-3} \text{ [kWh]} \quad (2-5)$$

U – Varmegjennomgangskoeffisienten [$\text{W/m}^2\text{K}$]

A – Flateareal [m^2]

V – Volum av rommet [m^3]

c – Varmekapasitet for luft per volum, 0,33 [$\text{Wh/m}^3\text{K}$]

n_v – Luftutvekslinger ventilasjon [h^{-1}]

n_i – Luftutvekslinger infiltrasjon [h^{-1}]

η – Virkningsgrad for varmegjenvinner

Varmegjennomgangskoeffisient (U-verdi) som er presentert i Tabell 2-1, er konstruksjonens evne til varmeisolasjon. Desto nærmere null denne koeffisienten er, jo bedre isolasjonsevne har bygningsflaten. U-verdien er lik den inverse av totalmotstanden, R_T , som er den totale termiske motstanden til en flate. Den termiske motstanden til et materialsjikt blir definert som i formel (2-6) [9].

$$R = \frac{d}{\lambda} [\text{m}^2\text{K/W}] \quad (2-6)$$

d – Tykkelse [m]

λ – Konduktivitet [W/mK]

Totalmotstanden til bygningsflaten blir da definert som summen av de ulike termiske motstandene i materialene i konstruksjonen. Den totale termiske overgangsmotstanden er definert med formel (2-7) [11].

$$R_T = R_1 + R_2 + \dots + R_n [\text{m}^2\text{K/W}] \quad (2-7)$$

Transmisjonstap er varmetap gjennom konstruksjonen, dvs. vegger, tak og gulv i en bygning, og i tillegg er kuldebroer en del av transmisjonstapene og må derfor legges til U-verdien for tilhørende konstruksjon (gjørne yttervegger). Kuldebro blir definert som et begrenset parti av en bygningsdel som har vesentlig høyere varmegjennomgang enn de omkringliggende konstruksjonene. En kuldebro (Ψ) blir angitt i [W/mK] for langstrakte kuldebroer og [W/K] for punktformede kuldebroer. Det er gjerne i forbindelse med betongkonstruksjoner og fasadesystemer av metall man finner de mest utpregede kuldebroene [9]. Det går frem av formel (2-8) at den totale U-verdien for en vegg med langsgående kuldebro (en side av bygningen) blir:

$$U_1 = \frac{U_{vegg} \cdot A_{vegg} + \Psi \cdot l_{vegg}}{A_{vegg}} [\text{W/m}^2\text{K}] \quad (2-8)$$

l_{vegg} – Lengden av kuldebroen [m]

A_{vegg} – Arealet av veggflaten [m^2]

Ventilasjonstap er varmetap fra et rom eller bygning som skyldes luftvekslinger gjennom ventilasjonsanlegget. Ventilasjonsanlegg som installeres i dag blir utstyrt med varmegjenvinner og varmetapene gjennom ventilasjonsanlegget i nyere bygg er derfor lavere enn i eldre bygg der det ikke var krav til varmegjenvinner.

Infiltrasjonstap er uønsket luftgjennomstrømminger i utettheter i vegger som beskrevet i kapittel 2.3.2. Antall luftvekslinger (n_i) på grunn av infiltrasjon er avhengig av flere faktorer som lufttettheten til konstruksjonen, trykkforskjell, byggemåte, bygningens høyde samt plassering, og har en typisk gjennomsnittsverdi for hele året på mellom 0,1 - 0,3 h^{-1} . For utsatte kyststrøk i Nord-Norge ligger antall luftvekslinger mellom 0,4-0,5 h^{-1} . De

energimessige konsekvensene av luftlekkasje vil øke jo mer bygningen er utsatt for vind, og vil derfor øke oppvarmingskostnadene.[9][11]

Totalt varmebehov er også avhengig av varmetilskudd fra solinnstråling, personer i rommet og strålingsvarme fra utstyr som for eksempel belysning, men disse blir gjerne neglisjert når man skal beregne energibehovet for varme i en bygning [11].

3 MÅLEKRITERIER

Det er visse kriterier og utfordringer som må legges til grunn for måldataene for de ulike elektriske apparatene, samt for måldataene til totalforbruket og klimadata i dette prosjektet. Kriteriene for måldataene, hvordan målingene er utført, samt teori på hvor godt måldataen representerer gjennomsnittsforbrukeren, vil bli presentert i dette kapitlet.

3.1 Måledatagrunnlaget

3.1.1 Måldata

Målingene av elenergiforbruket til de ulike forbruksapparatene er foretatt av SINTEF Energi ved 16 husholdninger i Sør-Trøndelag, nærmere bestemt på Fosenhalvøya. Måleobjektene er primært eneboliger bygd i perioden fra 1949 til 2009 og disse varierer i størrelse (m^2) samt antall beboere i husstanden. Gjennomsnittsarealet til utvalget er 180 m^2 og det er i gjennomsnitt 3,85 personer per husstand.

FosenKraft er energileverandøren til de ulike husholdningene og benytter et avansert måle- og styringssystem (AMS) som innebærer at forbruket automatisk blir registrert hver time, og oversendt til nettselskapet. Dataserien for totalforbruket som har blitt analysert er for en periode på ett år, fra 17.mai 2010 til 17.mai 2011. Det totale forbruket har blitt sortert etter dato og time i døgnet for hver enkel husholdning. Etter sortering er det registrert feil og mangler hos to abonnenter, så totalt er det registrert totalforbruk for 14 husholdninger. En forenklet måleserie kan leses i sin helhet i vedlegg A.

De ulike forbruksapparatene som det er registret målinger for er listet opp i Tabell 3-1, sammen med hvor stor andel av husholdningene som har eierskap til de ulike apparatene. Energiforbruket til husholdningsapparatene har blitt registrert hvert minutt for en periode på fire uker, men målinger for kun to sammenhengende uker har blitt benyttet i dette prosjektet. Dette er for å redusere mengden data å analysere, samt for at forbruksapparatene i disse målingene har et ganske fast bruksmønster. En måleperiode på 2 uker er det samme som er benyttet i REMODECE prosjektet, som er et samarbeidsprosjekt mellom 12 europeiske land, deriblant Norge. Prosjektet gikk ut på å kartlegge elektrisitetsforbruket til ulike husholdningsapparater i ulike Europeiske land.

Tabell 3-1 Registrerte forbruksapparater i husholdningene

Kategori	Eierskap [%]	Kategori	Eierskap [%]
Vaskemaskin	100 %	Oppvaskmaskin	82 %
Tørketrommel	27 %	Kjøleskap	55 %
Fryser	100 %	PC m/skjerm	9 %
Lampe stue	36 %	Kombiskap (kjøl/frys)	27 %
Vannkoker	9 %	Varmepumpe luft/luft	18 %
Laptop	27 %	Varmtvannsbeholder	73 %
Lys kjøkken	27 %	LCD TV	82 %
Komfyr	36 %	Kjøkkenvifte	9 %
PC u/skjerm	18 %	LED TV	9 %

Forbruket til apparatene har blitt omregnet fra Wh/min til kWh og hvert forbrukerapparat har blitt sortert etter dato, samt time i døgnet. Etter sortering ble det registrert feil og mangler hos fem abonnenter, så totalt har det blitt benyttet måledata fra 11 husholdninger. En forenklet måleserie kan leses i sin helhet i Vedlegg B.

3.1.2 Klimadata

I tillegg til måledata innhentet fra SINTEF Energi og FosenKraft har det blitt benyttet vær- og klimadata med døgnintervall, innhentet fra www.eklima.no som er portalen til Meteorologisk Institutt's klimabase. Klimadataene som har blitt benyttet er hentet fra Ørland målestasjon, noe som er representativt for måleobjektens lokalisering.

Klimadataene inneholder temperaturregistreringer fire ganger i døgnet, i tillegg til mildere dagstemperaturer samt maksimum og minimum temperaturer. Det har i dette prosjektet blitt benyttet mildere dags- og ukes temperaturer for perioden mai 2010 til mai 2011. Tabell 3-2 viser mildere månedstemperaturer for Ørland for denne perioden og gir en grov beskrivelse av hvordan temperaturklimaet er på dette stedet sammenlignet med et normalår.

Tabell 3-2 Mildere månedstemperatur for Ørland [12]

Måned	Mai	Juni	Juli	Aug	Sept	Okt	Nov	Des	Jan	Feb	Mars	April
Middel, °C	7,7	10,1	14,4	14,2	10,6	7,6	-1	-3,7	1,6	-0,5	2,1	7,2
Normalår, °C	8,7	11,4	12,7	12,9	9,9	6,9	2,6	0,5	-0,7	-0,3	1,4	4,1

3.2 Måleutstyr

Måleteknologien som har blitt benyttet i dette prosjektet er den samme teknologien som ble benyttet under ElDeK prosjektet til SINTEF Energi. Måleutstyret som har blitt benyttet gir ingen mulighet for fjernavlesning av måleresultatene, men lagrer måledataen i en minnebrikke som er plassert i måleadapteret. Denne enheten registrerer måleresultatene med et valgfritt intervall på 1, 5, 10, 15, 30 eller 60 sekunder hos de ulike enhetene. Minnebrikken i hver sentralenhet lagrer dataen i CSV filformat som er kompatibelt med Excel [13]. Minnekortets størrelse på 128 MB gjør det mulig å lagre data med 60 sekunders intervall for en periode på ca 35 år, og identifikasjonen på minnebrikken kan endres og tilpasses individuelt [14]. Tilgjengelig måleteknologi er vist i Figur 3-1 og Figur 3-2.



Figur 3-1 Power Detective måleadapter[13]



Figur 3-2 Power Detective måleadapter for komfyr[13]

3.3 Kvaliteten på innsamlet data

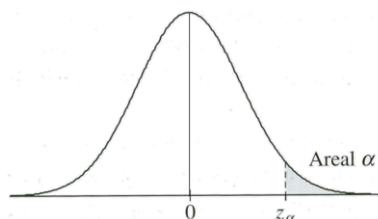
Hvis alle måleobjektene var helt like, ville det være nok å undersøke en enhet, men dette er sjeldent eller aldri tilfelle. Hvis man måler samme variabel hos flere enheter vil man som regel få variasjoner i målingene. Kvaliteten på analysen er derfor knyttet til hvor gode de innsamlede dataene er, og det er derfor knyttet enkelte utfordringer til målingene som er foretatt. Målingene må derfor:

- Representere et representativt utvalg av den norske befolkningen.
- Må ha pågått over et langt nok tidsintervall.
- Må ikke påvirke bruksmønsteret til forbrukeren under måleperioden.
- Representere et tilfeldig utvalg av befolkningen.

3.3.1 Målingenes troverdighet

Målingene som er foretatt skal representere den enkelte husholdningen i Norge og det er derfor viktig å vite hvor sikre disse målingene er. For å få dette til må man definere et område langs tallinjen som med stor sikkerhet inneholder det ukjente årsforbruket. Dette området blir kalt for et konfidensintervall. For å regne ut dette intervallet må man vite hvordan målevariabelen (årsforbruket) er fordelt.

Sentralgrenseteoremet er et av de viktigste teoremene i statistikken, og forklarer at normalfordelingen opptrer oftere enn andre fordelinger i statistikken [15]. En normalfordeling vil si at funksjonen $f(x)$ har en maksimumsverdi for x ved kurvens midtpunkt som avtar symmetrisk jo lenger vekk x er fra midtpunktet, Figur 3-3 illustrerer dette.



Figur 3-3 Normalfordelingskurve[15]

Sentralgrenseteoremet sier at gjennomsnittet, $\bar{X}$, er tilnærmet normalfordelt hvis utvalget (n) er stort nok uansett hvilken fordeling X -ene har [15]. Hvis fordelingen er rimelig symmetrisk trenger man færre observasjoner, og en tommelfingerregel sier at gjennomsnittet er tilnærmet normalfordelt hvis $n \geq 20$ [15].

Konfidensintervallet når standardavviket (σ) er kjent er gitt av Formel (3-1), og er et $100 \cdot (1-\alpha) \%$ konfidensintervall for forventningsverdien (μ). Når punktestimatet, $\bar{x}$, er funnet, kan man beregne tallverdiene for intervallgrensen [15].

$$\left[\bar{X} - z_{\alpha/2} \cdot \frac{\sigma}{\sqrt{n}}, \bar{X} + z_{\alpha/2} \cdot \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \right] \quad (3-1)$$

Verdien z_α kalles for α -kvantilet i en standardnormalfordeling og er oppgitte verdier i de fleste formelsamlinger og statistikkbøker. For et 95 % -konfidensintervall, det vil si en α på 0,050, vil være lik $z_{\alpha/2} = 1.96$ ($\alpha/2 = 0,025$). Tabell 3-3 viser standardnormalfordelingens kvantiler. Kvantilet blir definert som det området utenfor konfidensintervallet, slik som vist i Figur 3-3 med arealet til α .

Tabell 3-3 Standardnormalfordelingens kvantiltabell [15]

α	z_α
0,100	1,282
0,050	1,645
0,025	1,960
0,010	2,326
0,005	2,576
0,001	3,090

Utvalget (n) består i dette prosjektet av 16 husholdninger hvor det er benyttet måledata fra 14/11 husholdninger, som etter tommelfingerregelen ikke vil ha en normalfordelt gjennomsnittsverdi, men det er likevel grunn til å anta at gjennomsnittsverdien av årsforbruket vil være tilnærmet normalfordelt.

4 ELEKTRISITETSFORBRUKETS VARIASJON

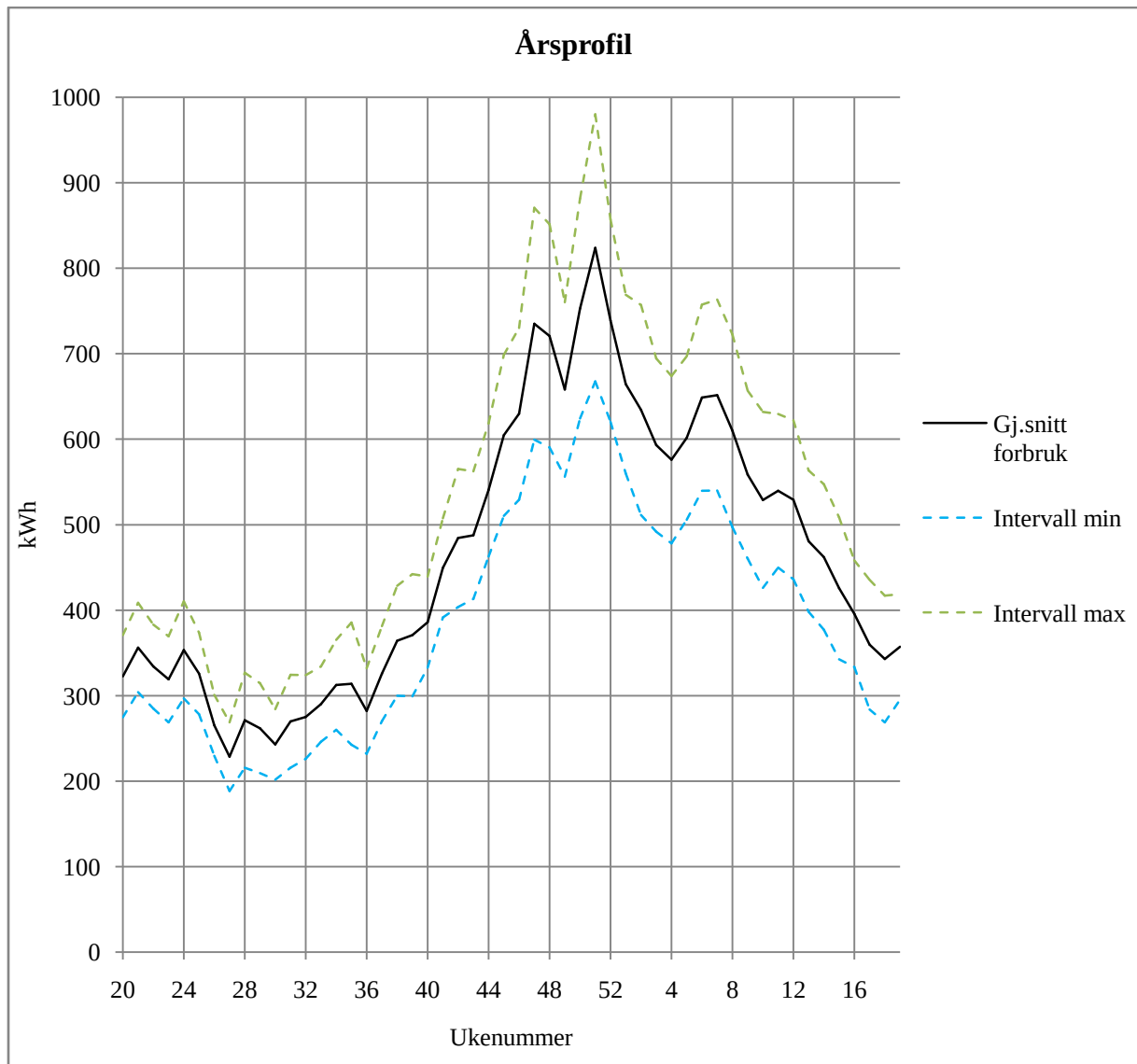
Elenergiforbruket hos ulike husholdninger varierer både over døgnet, over en uke og over et år. Variasjonene over døgnet kan skyldes bruksmønsteret samt bruken i husholdningen, mens variasjoner over året kan skyldes variasjoner i forhold til de utvendige klimaelementene som vist i kapittel 2.3.

Det totale årsforbruket til gjennomsnittskunden er sammenlignet med midlere utetemperatur, antall personer i boligen og i hvilket år boligen er oppført. Døgnvariasjoner av forbruket er sammenlignet ved forskjellige utetemperaturer og forbruket til elektriske apparater er sammenlignet med årsforbruket til gjennomsnittskunden for å se på forbruksapparatenes andel av årsforbruket.

4.1 Variasjon over året

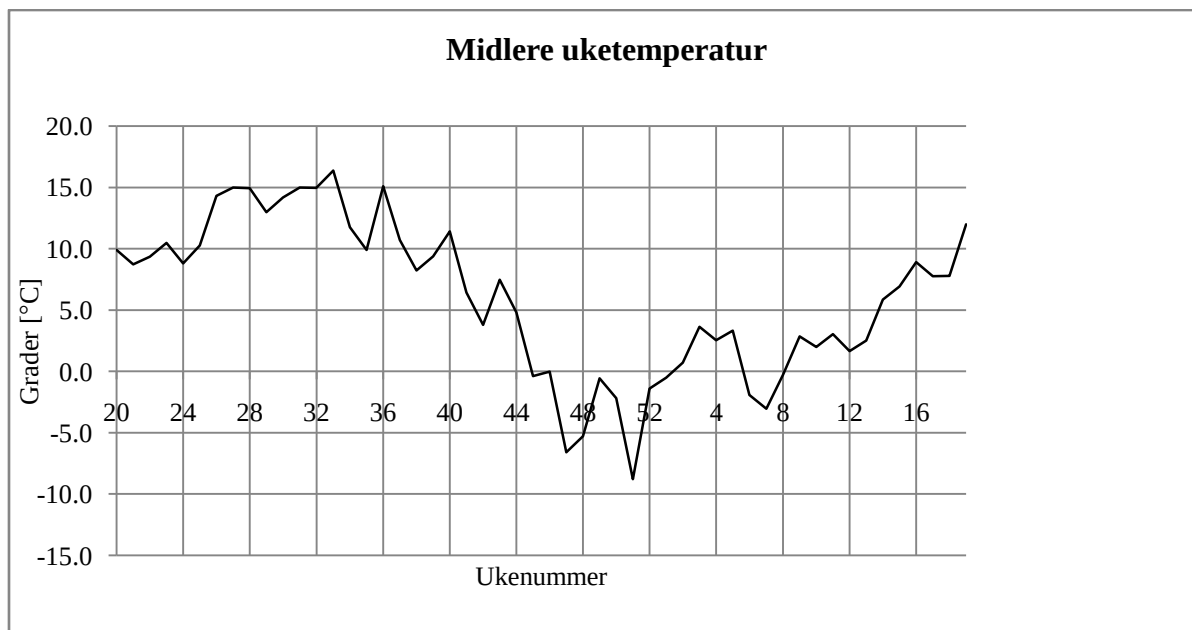
Det gjennomsnittlige årlige elektrisitetsforbruket til en enebolig i Norge er estimert til 24058,3 kWh/år. Dette gir et gjennomsnittsforbruk per kvadratmeter på 133,7 kWh/m², noe som avviker noe fra de anbefalte energirammer som er beskrevet i forskriften om tekniske krav i byggverk. Energirammen sier at et bygg på 180 m² skal ha et maksimalt forbruk per kvadratmeter tilsvarende 128,9 kWh/m² ($120 \text{ kWh/m}^2 + 1600 / 180 \text{ m}^2$). Selv om avviket fra energirammen ikke er stort, ligger det gjennomsnittlige totalforbruket for utvalget likevel mye høyere enn landsgjennomsnittet for 2009 som er presentert i Figur 2-1.

Årsprofilen til utvalget er utarbeidet på bakgrunn av gjennomsnittsforbruket per uke og er presentert i Figur 4-1 med øvre og nedre 95 prosent kvantil inntegnet. Årsaken til at kvantil grensene er inntegnet, er for å vise at det er 95 prosent sannsynlig at årsprofilen til gjennomsnittsforbrukeren ligger innenfor konfidensintervallets øvre og nedre kvantil.



Figur 4-1 Husholdningenes gjennomsnittlige årsprofil

Man kan se ut fra Figur 4-1 at elektrisitetsforbruket varierer kraftig over året og at konfidensintervallet er størst når forbruket er stort. Et stort konfidensintervall tyder på et stort standardavvik, noe som medfører at tillitten til måledataene reduseres i denne perioden. Hvis man sammenligner husholdningenes gjennomsnittlige årsprofil med midlere utetemperatur, som er vist i Figur 4-2, kan man se at forbruket varierer som en funksjon av utetemperaturen, og man kan se at det høyeste forbruket forekommer der den midlere utetemperaturen har sitt minimum.



Figur 4-2 Midlere uketemperatur for Ørland

Deler man årsprofilen inn etter årstider kan man i tillegg si at elektrisitetsforbruket til den gjennomsnittlige husholdningen er sesongavhengig. Med sesong menes årstiden vår, sommer, høst og vinter. Disse er henholdsvis delt inn i månedene mars til mai, juni til august, september til november og desember til februar. Vårsesongen representeres av uke 10 til uke 22, sommersesongen av uke 23 til uke 35, høstsesongen av uke 36 til uke 45 og vintersesongen av uke 46 til uke 9.

At årsprofilen er sesongavhengig går frem av meteorologisk institutt sin definisjon på de ulike årstidene, der våren er definert slik at normal døgnmiddeltemperatur skal ligge mellom 0 °C og 10 °C, samtidig som temperaturen skal være stigende gjennom perioden [16]. Årsprofilen i Figur 4-1 viser at elektrisitetsforbruket synker kraftig fra uke 10 frem til uke 20 der forbruket stabiliserer seg.

Definisjonen på sommersesongen er at døgnmiddeltemperaturen vedvarer over 10 °C, noe som er tilfelle fra uke 26 frem til uke 35. Elektrisitetsforbruket i denne perioden er ganske stabilt og ligger på omtrent samme nivå gjennom hele sommerperioden, men begynner å øke i de siste 3 ukene av perioden på grunn av lavere temperaturer.

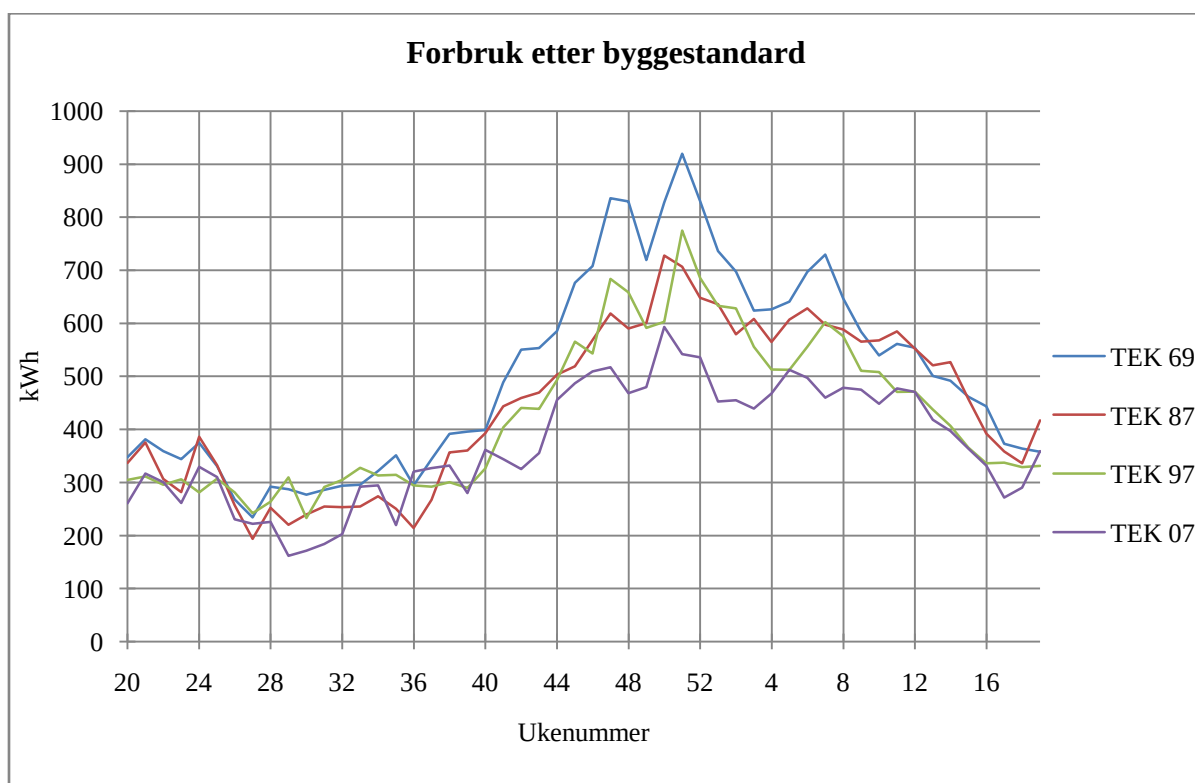
Definisjonen på høstsesongen er den samme som for vårsesongen, unntatt at temperaturen i denne perioden skal være synkende. Årsprofilen viser at elektrisitetsforbruket øker i takt med synkende temperatur i ukene 36 til 45.

Siden middeltemperaturen beveger seg under 0 °C i uke 46 og holder seg under denne temperaturen frem til uke 3 er dette å definere som vintersesong. Selv om middeltemperaturen går over 0 °C en liten periode, strekker vintersesongen seg frem til og med uke 9 da temperaturen ikke er konstant økende i fra uke 3 til uke 9. I vintersesongen er

elektrisitetsforbruket på sitt høyeste på grunn av de lave middeltemperaturene og på grunn av at dagene er på sitt korteste i denne perioden. Det høyeste ukeforbruket til en gjennomsnittsenebolig i denne perioden er 823 kWh/uke og opptrer i uke 51. Hvis man sammenligner med midlere uketemperatur ser man at det er på dette tidspunktet temperaturen er på sitt laveste.

4.1.1 Årsforbruk etter byggestandard

Hvilken byggeforskrift eneboligen er oppført etter vil påvirke det totale årsforbruket til husholdningene, som vist i Figur 4-3. Det som skiller de forskjellige tekniske forskriftene er i hovedsak den termiske resistansen til de forskjellige bygningskonstruksjonene. Det vil i grove trekk si at en bygningsdel med mer isolasjon har høyere termisk resistans og lavere U-verdi. Kapittel 2.2 beskriver hvilke energiltak som er forbedret i de ulike utgavene av den tekniske forskriften fra 1969 til 2010.



Figur 4-3 Forbruk etter byggestandard

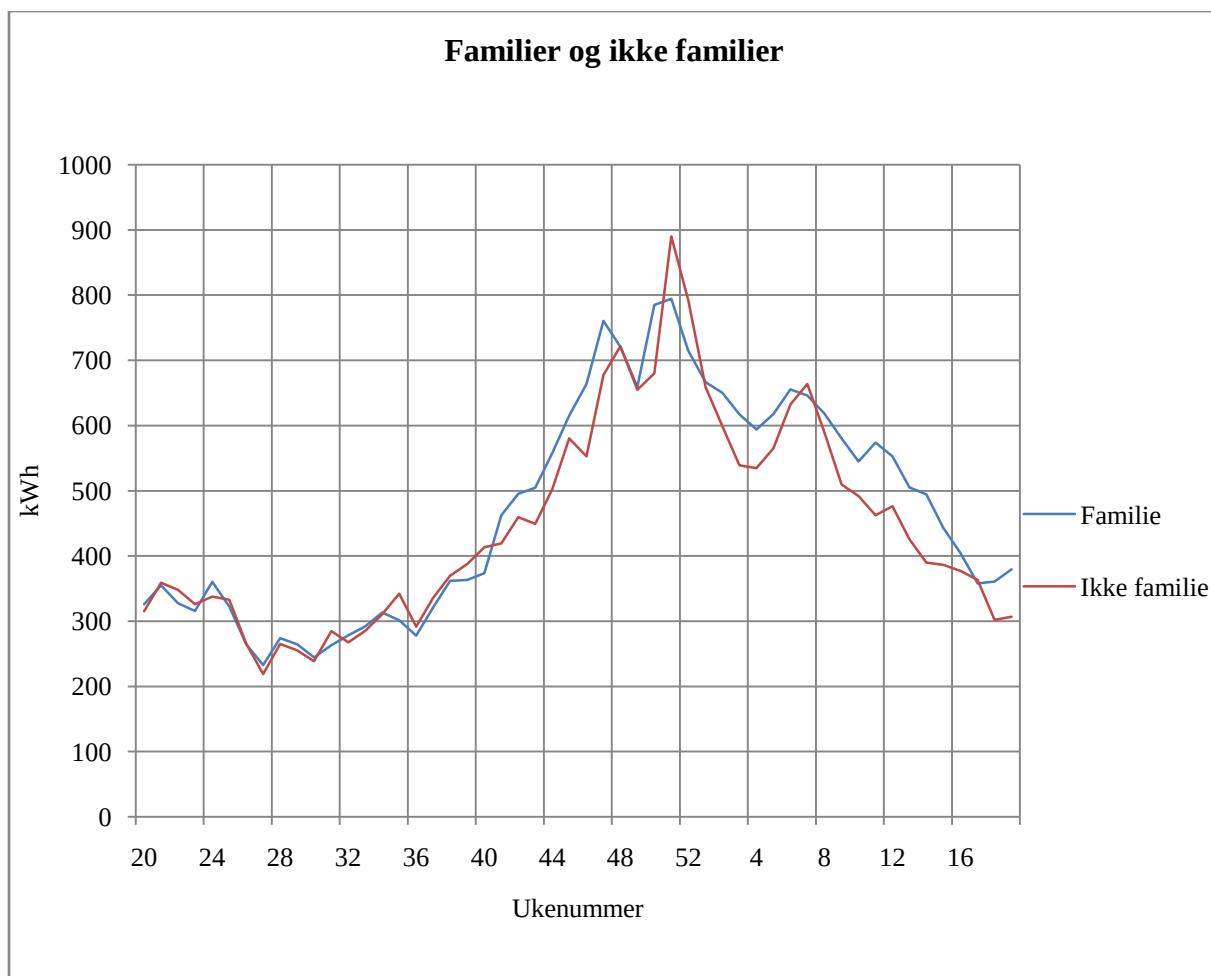
Den tekniske forskriften har forbedret en rekke energikrav for å redusere energiforbruket i alle typer bygg, og man ser ut i fra Figur 4-3 at forskriften har oppnådd sin intensjon om å redusere energiforbruket i eneboligene. Energiforbruket i sommerperioden er likevel ganske likt, uavhengig av hvilken teknisk forskrift som er benyttet. Dette kommer av at det ikke er noe behovet for elektrisk energi til oppvarming i denne perioden. Når middeltemperaturen synker og behovet for oppvarming er til stede, vil boliger bygd etter TEK 69 bruke betydelig mer energi til oppvarming enn boliger bygd etter TEK 07/10.

Det går frem av Figur 4-3 at boliger bygd etter TEK 69 bruker om lag 300 kWh mer elektrisk energi i uke 51 enn boliger bygd etter TEK 07. Dette til tross for at TEK 07 husholdningene har 56 prosent større gjennomsnittsareal enn TEK 69 husholdningene. I gjennomsnitt bruker boliger bygd etter TEK 69, 26 017 kWh/år, mens boliger bygd etter TEK 07 bruker i gjennomsnitt 19 271 kWh/år, noe som tilsvarer 35 prosent lavere energiforbruk per år. Dette betyr at det er store sparepotensialer ved å tilstrebe den nyeste tekniske forskriften for eneboliger bygd etter TEK 69 eller tidligere.

Man ser at endringene som har blitt foretatt i TEK 97 ikke har endret energiforbruket nevneverdig i forhold til TEK 87. Eneboliger bygd etter TEK 97 forbruker i gjennomsnitt 22 139 kWh/år mens eneboliger bygd etter TEK 87 forbruker 22 998 kWh/år. Dette medfører at eneboliger bygd etter TEK 97 forbruker 3,7 prosent mindre elektrisk energi i gjennomsnitt per år. Sammenligner man forbruket for eneboliger bygd etter TEK 97 og TEK 07 ser man at forbruket er 13 prosent lavere hos eneboliger bygge etter TEK 07.

4.1.2 Årsforbruk etter antall personer i husholdningen

Familier, kanskje spesielt småbarns familier, har en tendens til å forbruke mer elektrisk energi enn for eksempel pensjonister og familier uten barn. Deler man utvalget inn i to grupper, bestående av familie og ikke-familie, kan man se hvilken av de to gruppene som forbruker mest elektrisk energi gjennom året, som vist i Figur 4-4. Med familie menes de husholdningene som består av en eller flere voksne personer fra 20 år, samt et eller flere barn under 20 år. Det er valgt å definere det resterende utvalget som ikke-familie.



Figur 4-4 Årsforbruk for familier og ikke familier

En familie forbruker i gjennomsnitt 24 436 kWh per år, mens en ikke-familie forbruker i gjennomsnitt 23 209 kWh per år. Differansen mellom den gjennomsnittlige familien og ikke-familien er på 1227 kWh per år, noe som tilsier at en gjennomsnittlig familie har 5 prosent høyere forbruk enn en ikke-familie.

Figur 4-4 viser at den gjennomsnittlige familien har et høyere energiforbruk store deler av året, men at ikke-familiene har et høyere energiforbruk i de periodene det er kaldest. Dette kan skyldes at utvalget kun består av fire ikke-familier hvorav to av de fire ikke-familiene er hjemmeværende. Dette gir en lengre fyringsperiode i forhold til familier der ingen er hjemmeværende.

Forbrukstoppen som forekommer i uke 51 inneholder både julaften samt 1.- og 2. dag jul. På grunnlag av dette kan en mulig forklaring være at det utvalget som representerer en familie er bortreist i denne perioden, og antall individer hos ikke-familie øker på grunn av tilstedeværelse av tilreisene til dette utvalget.

4.1.3 Korrigert gjennomsnittsforbruk

Elenergiforbruket i fyringssesongen vil øke med synkende temperatur og for å korrigere det totale elenergiforbruket for år som avviker fra normaltemperaturen kan gradtallmetoden benyttes. Gradtallskorrigert forbruk blir ofte benyttet i energi overvåkingssystemer (EOS) for større bygg for å sammenligne forbruket til oppvarming med tidligere års forbruk. Energi gradtallet for Ørland målestasjon for perioden 16.mai 2010 til 16. mai 2011 er presentert i Tabell 4-1.

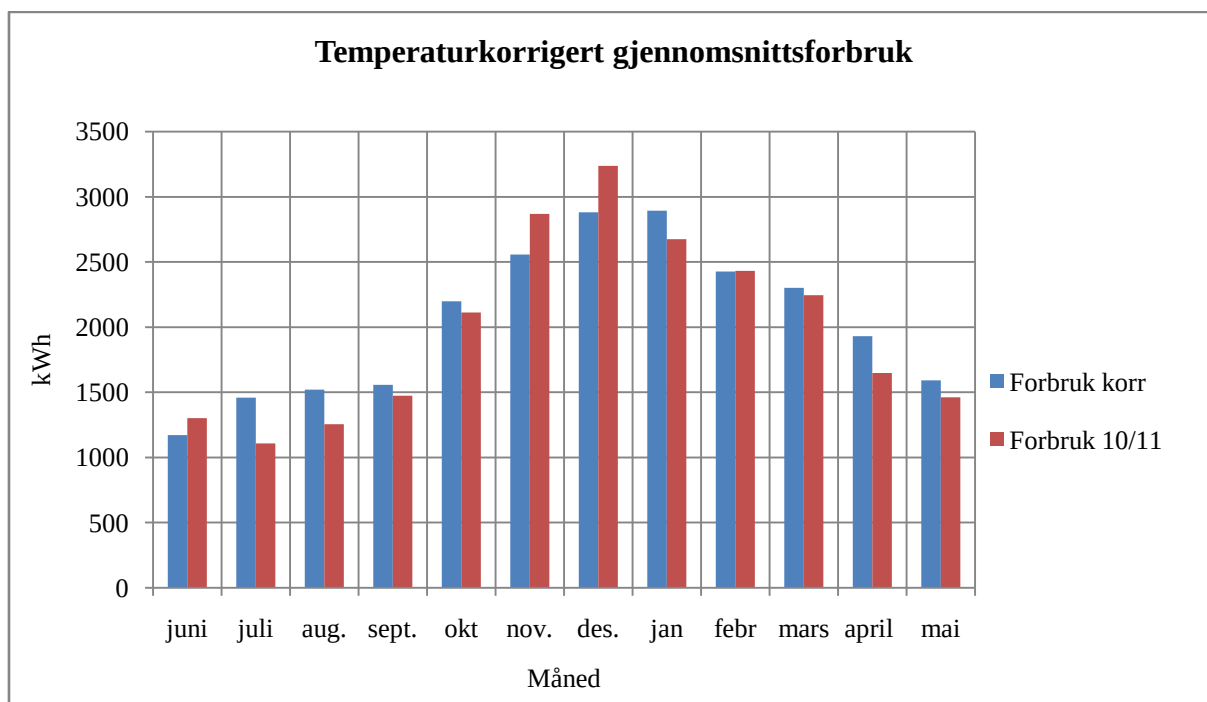
Tabell 4-1 Gradtall for normalår og for 2010-2011[12]

Mnd	juni	juli	aug.	sept.	okt	nov.	des.	jan	febr	mars	april	mai	Sum
2010 - 2011	207	85	94	191	290	540	641	476	491	463	294	221	3993
Normal	169	134	130	211	311	433	512	547	489	484	386	257	4063
Avvik [%]	22,5	-36,6	-27,7	-9,5	-6,8	24,7	25,2	-13,0	0,4	-4,3	-23,8	-14,0	-1,7

Ved å benytte gradtallene i Tabell 4-1 og korreksjonsfaktoren for eneboliger på 0,55 kan korrigert energiforbruk kan beregnes ut fra formel (2-1). Det korrigerte forbruk per måned og år er presentert i henholdsvis Tabell 4-2 og Figur 4-5.

Tabell 4-2 Korrigert gjennomsnittsforbruk i kWh

Mnd	juni	juli	aug.	sept.	okt	nov.	des.	jan	febr	mars	april	mai	Sum
Forbruk korrigert	1171	1458	1521	1558	2197	2556	2880	2894	2427	2301	1931	1592	24486
Forbruk 10/11	1303	1107	1256	1473	2113	2868	3238	2675	2433	2245	1647	1461	23819



Figur 4-5 Temperaturkorrigert gjennomsnittsfbruk

Ut fra Tabell 4-2 og Figur 4-5 kan man se at det korrigerte totalforbruket for perioden er høyere enn det reelle totalforbruket. Forbruket det her er snakk om er som sagt forbruk til oppvarming av eneboligen. Dette tyder på at gjennomsnittstemperaturen i perioden mai 2010 til mai 2011 har vært lavere enn temperaturen ved et normalår.

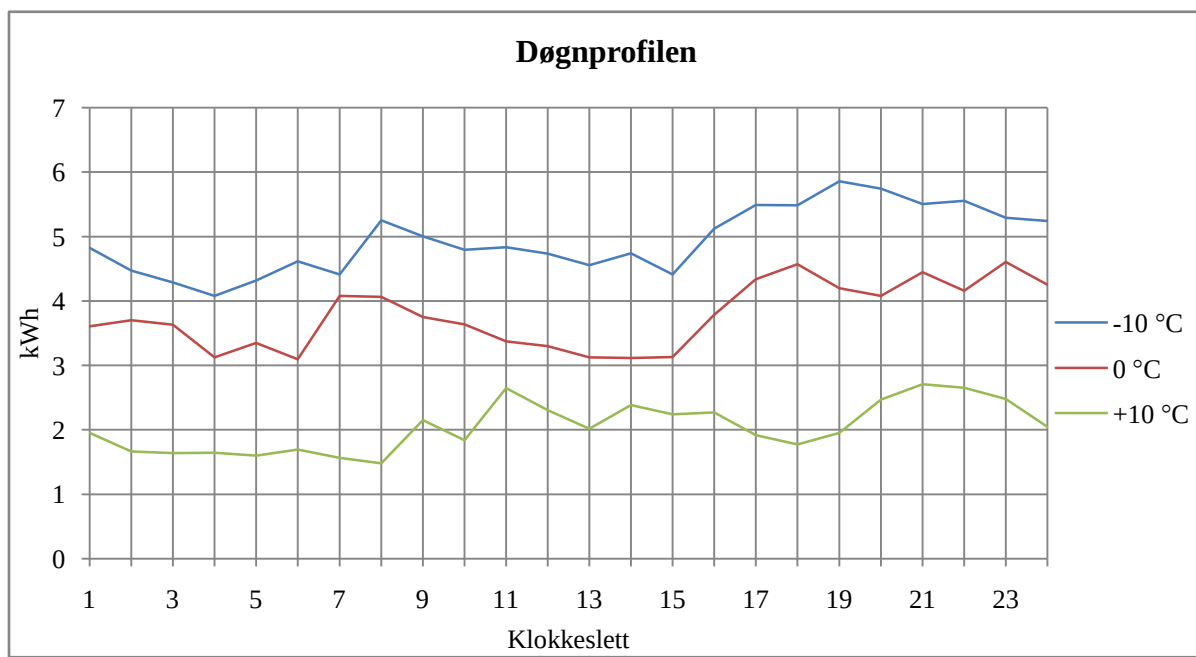
Siden den største andelen av elektrisitetsforbruket i bygninger som benytter elektrisk oppvarming er avhengig av utetemperaturen, vil det være korrekt å korrigere en andel av forbruket for så å sammenligne forbruket fra tidligere år. Det korrigerte forbruket kan ikke benyttes til å beregne energikostnaden til forbruket, men det gir et mer riktig bilde av hvorfor man eventuelt har benyttet mer eller mindre energi enn tidligere år.

4.2 Variasjon over døgnet

Forbruket over døgnet varierer, i likhet med årsforbruket, med utetemperatur og byggeår, men døgnvariasjonene er også avhengig av forbruksmønsteret den spesifikke dagen. Det er i Figur 4-6 tatt utgangspunkt i gjennomsnittsfbruket til hele utvalget for 3 spesifikke dager der midlere dagstemperatur er tilnærmet $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$, $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ og $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$. Tabell 4-3 viser middel-, maksimal- og minimaltemperaturen for de tre spesifikke dagene.

Tabell 4-3 Middel-, maksimal- og minimaltemperaturen

Dato	T _{middel}	T _{maks}	T _{min}
21.12.2010 (tirsdag)	-10,4	-9,0	-12,0
9.2.2011 (onsdag)	0,2	3,6	-2,2
15.5.2011 (søndag)	10,1	14,5	6,1



Figur 4-6 Døgnprofil ved 3 ulike midlere utetemperaturer

Ut fra Figur 4-6 kan man se at forbrukstoppene for en enebolig forekommer om morgenen, klokken 08:00, og om kvelden mellom klokken 18:00 og 20:00, der forbrukstoppene er noe mindre om morgenen enn om kvelden. Eneboligens døgnprofil er karakterisert med en forskyvning mellom forbrukstoppene på hverdagene sammenlignet med lørdager og søndager (helg). Forbrukstoppene i helgene inntreffer mellom klokken 10:00 og klokken 12:00 om morgenen, samt klokken 21:00 om kvelden.

I følge kundeundersøkelsen av utvalget, foretatt av SINTEF Energi, benytter samtlige en kombinasjon av elektrisitet og vedfyring som oppvarmingskilder i eneboligen. Bygg med elektrisk oppvarming vil ha et elektrisk forbruk som følger utetemperaturen, noe som fremgår av døgnprofilen til gjennomsnittsfbrukeren i Figur 4-6.

Forbrukstoppen ved 10 °C forekommer senere enn ved -10 °C og 0 °C. En årsak til dette, i tillegg til at man står opp og legger seg senere i helgene enn på en hverdag, er at dagen er lengre denne spesifikke dagen enn ved de to andre spesifikke dagene. Dette betyr at belysningsbehovet ikke er like stort den dagen det er 10 °C som det er de dagene det henholdsvis er 0 °C og -10 °C.

4.3 Energiforbrukets formålsfordeling

Totalforbruket til gjennomsnittshusholdningen er ikke bare påvirket av oppvarmingsbehovet, men også bruksmønsteret av en rekke elektriske apparater i husholdningen. Forbruket til de ulike apparatene vil variere med bruken, noen mer enn andre. Apparatene som inngår i dette prosjektet er presentert i Tabell 3-1, og resultatene som blir presentert er basert på forbruksmålinger presentert i kapittel 3.1.1.

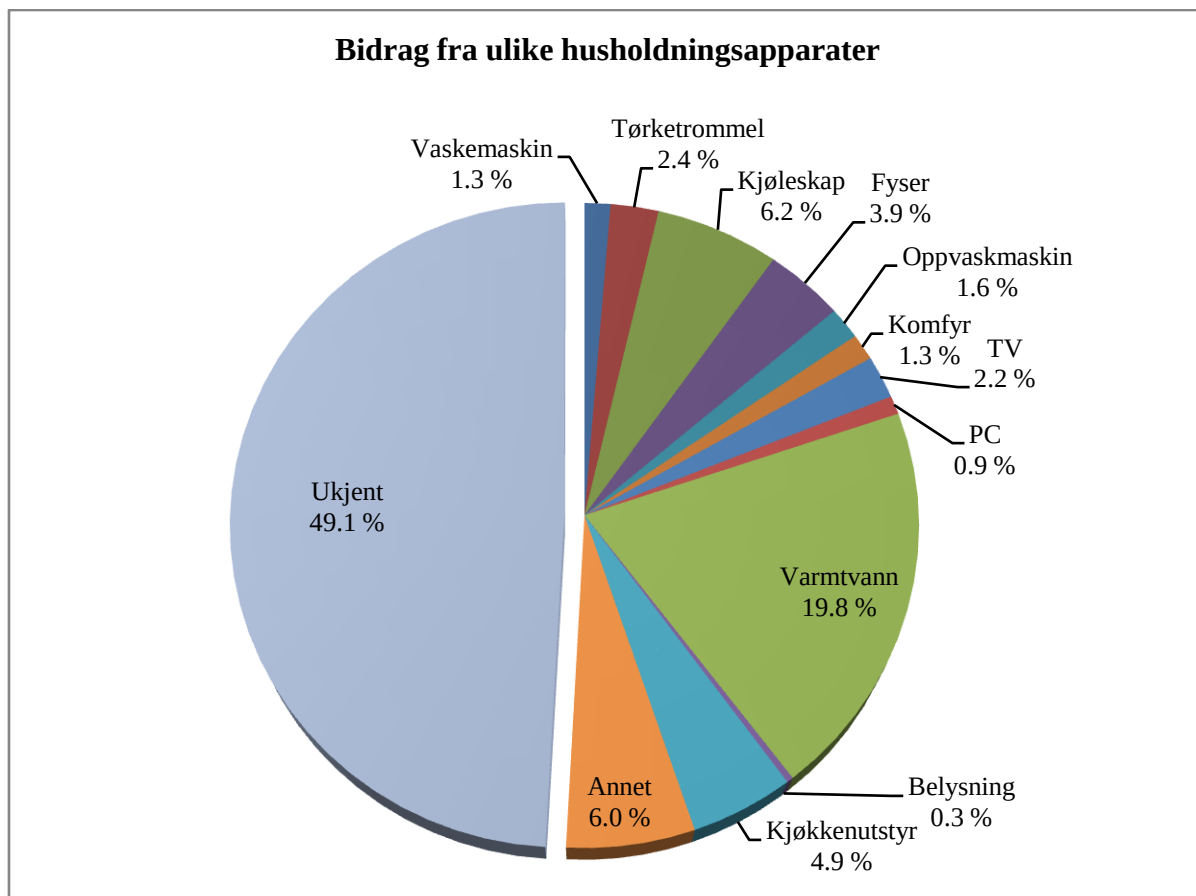
Det er valgt å sammenligne det totale gjennomsnittlige forbruket til de ulike husholdningsapparatene med det totale gjennomsnittlige årsforbruket. Dette gjøres på bakgrunn av at utvalget ikke er representativt nok til å sammenligne forbruk ut fra byggeår og antall beboere i husstanden.

4.3.1 Energibruk per husholdningsapparat

Det målte energiforbruket for de ulike apparatene er presentert i Tabell 4-4 og den prosentvise fordelingen av energiforbruket er presentert Figur 4-7. Inndelingen av apparatene i Tabell 4-4 og Figur 4-7 er forskjellig fra inndelingen i Tabell 3-1. Dette skyldes at det ikke er hensiktsmessig å ha to forskjellige poster for f.eks. LCD-TV og LED-TV. De postene som inneholder forskjellige husholdningsapparat er som følger:

- Kjøleskap inneholder både kombikjøleskap, der både kjøling og frys er kombinert, og vanlig kjøleskap.
- TV inneholder forbruk fra alle typer fjernsynsapparater som LCD-TV og LED-TV.
- PC inneholder forbruk fra stasjonær datamaskin med og uten skjerm, samt bærbare datamaskiner.
- Belysning inneholder forbruk fra lampe kjøkken og lampe stue.
- Kjøkkenutstyr inneholder forbruk fra kjøkkenvifte (avtrekkshette over komfyr) og vannkoker.
- Annet representerer kun forbruket for luft til luft varmepumpe. Dette går i utgangspunktet under oppvarming, men i dette tilfelle er det valgt å definere det som annet fordi det er grunn til å tro at varmepumpen er benyttet som kjølemaskin i måleperioden.
- Ukjent representerer alt annet utstyr og elektrisk oppvarming som ikke er målt i dette prosjektet. Dette vil være resterende belysningsforbruk i eneboligen, elektrisk oppvarming, Hi-fi utstyr, og kjøkkenutstyr som kaffetrakter, brødrister, mikrobølgeovn, kjøkkenmaskiner, o.l. samt annet elektrisk utstyr som ikke er nevnt.

Det ukjente forbruket er avvirket mellom det registrerte gjennomsnittsförbruket til husholdningsapparatene og det totale gjennomsnittsförbruket for den samme 14-dagers perioden som det er foretatt forbruksmålinger for.



Figur 4-7 Gjennomsnittsforbruket til husholdningsapparater for en periode på 14 dager

Forbruket til hvert apparat vil variere med bruksmønsteret, men det er også avhengig av hvor mye energi apparatet forbraker i den tiden det blir brukt (kWh/n, der n er antall ganger). Man kan se dette ved å sammenligne energiforbruket for en oppvaskemaskin og en tørketrommel. Disse benyttes i gjennomsnitt like mange ganger i løpet av en periode (4 ganger per uke) [17]. Dette betyr at en oppvaskemaskin forbraker omtrent 1,3 kWh per vask mens en tørketrommel forbraker omtrent 1,9 kWh per tørk.

Tabell 4-4 viser det målte forbruket og det beregnede årlige gjennomsnittsforbruket til en gjennomsnittlig enebolig. Det årlige gjennomsnittsforbruket er kalkulert med bakgrunn i det målte forbruket, og det korrigerte forbruket skal representere forbruket i en gjennomsnittsenebolig som en funksjon av eierskapet til det spesifikke apparatet. Det målte årlige gjennomsnittsforbruket per husholdning korrigert for eierskap er 5380,7 kWh og det beregnede årlige gjennomsnittsforbruket er 8580,5 kWh. Det årlige elenergiforbruket representerer ikke forbruket til oppvarming og annet utstyr som ikke er målt i dette prosjektet.

Tabell 4-4 Gjennomsnittsförbruket til husholdningsapparater

	Målt forbruk for 2 uker [kWh/apparat]	Årlig gjennomsnittsförbruk [kWh/apparat]	Eierskap [%]	Korrigert årlig gjennomsnittsförbruk [kWh/enebolig]
Vaskemaskin	8,278	215,217	100 %	215,217
Tørketrommel	15,406	400,547	27 %	108,148
Kjøleskap	42,006	1092,156	82 %	895,568
Fryser	25,457	661,892	100 %	661,892
Oppvaskmaskin	10,482	272,522	82 %	223,468
Komfyr	8,610	223,864	36 %	80,591
TV	13,949	362,672	91 %	330,032
PC	5,954	154,794	54 %	83,589
Varmtvann	127,463	3314,042	73 %	2419,251
Belysning	2,058	53,513	63 %	33,713
Kjøkkenutstyr	31,444	817,551	18 %	147,159
Annet	38,915	1011,779	18 %	182,120
Sum målt	330,021	8580,548	-	5380,746

Man ser ut fra Figur 4-7 og Tabell 4-4 at oppvarming av varmtvann er det husholdningsapparatet som forbruker mest energi, hvis man ser bort fra energiforbruk til oppvarming av eneboligen. Tar man utgangspunkt i 100 prosent eierskapm representerer energiforbruket til oppvarming av varmtvann nesten 20 prosent av det totale elenergiforbruket, noe som tilsvarer 3314 kWh per år.

Ser man bort ifra energiforbruket til oppvarming av varmtvann og det ukjente forbruket, representerer energiforbruket til kjøleskap det apparatet som forbruker mest energi i dette prosjektet. Kjøleskapet, som også inkluderer kombikjøleskap, forbruker 6,5 prosent av det årlige gjennomsnittsförbruket, noe som representerer 1092 kWh per apparat per år. Det målte forbruket per apparat varierer mellom 190 kWh per år til 2964 kWh per år. Sammenligner man det målte gjennomsnittlige forbruket med forbruket til et vanlig kombikjøleskap fra Electrolux med energimerking A+, som har et årlig energiforbruk på 314 kWh, ser man at det målte forbruket er nesten det tredobbelte av dette [18]. Dette kan tolkes som at det er en feil i den aktuelle måleserien og medfører at en kan se bort i fra målinger foretatt på kjøleskap i dette prosjektet.

Belysning er det husholdningsapparatet som forbruker minst energi i dette prosjektet. Elenergiforbruket til belysning står for 0,3 prosent av det totale forbruket, noe som tilsvarer et energiforbruk på 53 kWh per år. Dette forbruket er nok ikke representativt for en norsk gjennomsnittlig enebolig, da denne målingen kun ble utført på to lyskilder i eneboligene. I tillegg vil forbruket øke i takt med lengden på dagen. Anbefalt installert effekt for belysning i henhold til NS 3031:2007 er 17 kWh/m², som presentert i Tabell 2-2. Sammenligner man dette med det målte energiforbruket for belysning ser man at det målte energiforbruket

representerer en enebolig på 3 kvadratmeter eller en installert effekt på $0,3 \text{ kWh/m}^2$ (forbruk/gjennomsnittsareal).

Fordeler man gjennomsnittsforbruket til husholdningsapparatene i dette prosjektet etter formål, vil omlag 20 prosent av elenergiforbruket benyttes til oppvarming av varmtvann, 25 prosent benyttes til elektrisk utstyr og belysning og de resterende 55 prosentene benyttes til oppvarming av eneboligen samt en del ukjent forbruk som ikke lar seg definere i dette prosjektet.

Energibudsjettet i henhold til NS 3031:2007 har en formålsfordeling der 22 prosent er tiltenkt oppvarming av varmtvann, 30 prosent til belysning og annet elektrisk utstyr og 48 prosent til oppvarming av husholdningen. Man ser at resultatet fra prosjektets formålsfordeling avviker noe fra NS 3031:2007, men det er grunn til å tro at avviket kan neglisjeres på grunn av for få antall målinger i prosjektet.

5 DISKUSJON

5.1 Energiforbrukets variasjoner

Det årlige gjennomsnittsforbruket per kvadratmeter avviker noe fra kravene i den byggtekniske forskriften. Årsaken til dette er den store spredningen i byggeår samt det begrensede utvalget. Kravene i forskriften gjelder for bygg oppført etter 1.7.2010 og på grunn av den store spredningen vil det være naturlig at gjennomsnittsforbruket er høyere enn kravene. Landsgjennomsnittlig forbruk er basert på alle typer husholdninger. Dette medfører derfor i et lavere energiforbruk enn hvis man hadde sett på forbruket kun for eneboliger i Norge. At gjennomsnittsforbruket til utvalget er høyere enn landsgjennomsnittet til husholdninger i Norge har da sin naturlige forklaring.

Når det kommer til klimaets innvirkning på døgn- og årsprofilen går det tydelig frem av årsprofilen til utvalget, samt årsprofilen til den midlere utetemperaturen, at energiforbruket kan beskrives som en funksjon av utetemperaturen. Dette er vist i sammenheng med fremstillingen av eneboligens døgn- og årsprofil i kapittel 4.1 og 4.2, samt i den teoretiske fremstillingen for energibehovet i en husholdning. Innvirkning fra andre klimafaktorer som vind og sol spiller i likhet med utetemperaturen inn på energiforbruket til gjennomsnittsforbrukeren, men ut i fra de undersøkelsene som er foretatt i dette prosjektet vil det være umulig å si hvor mye de påvirker forbruket.

Byggeforskriften sine forbedringer er et skritt i riktig retning med tanke på å nå EU kommisjonens mål om å redusere energiforbruket med 20 prosent innen år 2020. Ut i fra de undersøkelsene som er foretatt kan man se at en enebolig bygd etter TEK 07/10 standard har et energiforbruk som er 35 prosent mindre enn eneboliger bygd etter TEK 69 standard.

Ser man på antall eneboliger i Norge vil det være et stort potensial i å redusere energiforbruket. I følge statistisk sentralbyrå er det om lag 700 000 eneboliger i Norge som er bygd etter TEK 69 eller eldre og bare 100 000 eneboliger er oppført etter TEK 97 eller nyere [19]. Sparepotensialet til hver enkel enebolig er et spørsmål om lønnsomheten av enøk tiltaket, noe som vil si forskjellen mellom investering og besparelse. En reduksjon i energiforbruket på 35 prosent, tilsvarer en besparelse på 6700 kWh per år. Med denne besparelsen vil en investering på kr 131 000 være lønnsom hvis man forutsetter at tiltaket har en levetid på 30 år, en kalkulasjonsrente på 3 prosent og en energikostnad (nettleie og energipris) på 1 krone. Privatøkonomisk kalkulasjonsrente tar utgangspunkt i bankens utlånsrente til det aktuelle formålet, men korrigert for prisstigning og skattefradrag. En typisk privatøkonomisk kalkulasjonsrente ligger på mellom 1 og 3 prosent. Det er ikke bare den økonomiske gevinsten som er viktig i denne sammenheng, men også det at en reduksjon i energiforbruket vil medføre til en reduksjon av farlige klimagasser. Dette er et viktig element

i EU-kommisjonens målsetning om å oppnå 20 prosent reduksjon av klimagassutslipp innen 2020.

At utetemperaturen påvirker energiforbruket i eneboliger er i grunn ingen uløst hypotese, heller ikke at energiforbruket er en funksjon av byggeforskrifter og husstandsmedlemmer. Likevel kan resultatene fra denne rapporten fortelle oss hvor innsatsmidler kan komme til å gjøre mest nytte, slik som eksempelet over som viser sparepotensialet ved å tilstrebe en nyere byggeforskrift i eldre eneboliger.

5.2 Energiforbrukets formålsfordeling

Variasjoner i forbruksmønsteret samt variasjoner av ulike husholdningsapparater gjør det vanskelig å presentere nøyaktige tall for det årlige energiforbruket for hvert enkelt apparat. De representerer imidlertid godt det årlige energiforbruket til en gjennomsnittlig enebolig.

Det er påstått at 60 prosent av elenergiforbruket i Norge benyttes til elektrisk oppvarming av bolig, 20 prosent benyttes til elektrisk utstyr og belysning og 20 prosent benyttes til annet forbruk, noe som også inkluderer oppvarming av vann. Sammenligner man denne hypotesen med formålsfordelingen som er oppnådd i dette prosjektet, ser man at dette stemmer godt overens, bortsett fra noen små avvik som kan neglisjeres på grunn av størrelsen på utvalget.

Formålsfordelingen avviker heller ikke mye fra anbefalingene i NS 3031:2007, noe som gir grunn til å påstå at utvalget kan representere elenergiforbruket til en gjennomsnittlig enebolig i Norge.

5.3 Målinger

For at forbruksmålingene av husholdningsutstyr og totalforbruk skal kunne representere et representativt utvalg av befolkningen, må utvalget av måleobjekter representere den totale populasjonen man prøver å si noe om. Utvalget må være et tverrsnitt av befolkningen og det må være en lik fordeling i forhold til geografisk plassering, husholdningens størrelse, grupper av beboere og byggeår.

Utvalget som er benyttet for å analysere totalforbruket faller ikke innenfor kriteriene for et representativt utvalg. Dette på grunn av at det er mangel på geografisk spredning og fordi utvalget i seg selv er for lite. Utvalget kan imidlertid si noe om totalforbrukets avhengighet av utetemperatur, grupper av beboere og byggeår, men totalforbruket vil øke mer i de delene av landet der den midlere temperaturen er lavere enn for Ørland og motsatt.

Utvalget som er benyttet for å analysere husholdningsapparaters innvirkning på totalforbruket, faller heller ikke innenfor de kriterier for et representativt utvalg. Likevel kan man benytte det utvalget som har størst prosentvis eierskap, til å bestemme hvor stor andel av det totale forbruket disse apparatene benytter.

For å kontrollere kvaliteten på de målte verdiene for de ulike apparatene, er konfidensintervallet beregnet etter metoden som er presentert i kapittel 3.3.1 og vist i Tabell 5-1. Generelt gir et høyt antall målinger et mer nøyaktig estimat enn få målinger, noe som medfører et lavere konfidensintervall.

Tabell 5-1 Konfidensintervallet for de ulike apparatene

Kategori	Antall målinger	Målt forbruk	Konfidensintervall	Konfidensintervall
	[n]	[kWh]	[kWh]	[%]
Vaskemaskin	11	8,278	5,026	61 %
Tørketrommel	3	15,406	34,607	225 %
Fryser	9	25,457	16,245	64 %
Lampe stue	4	3,093	3,787	122 %
Vannkoker	1	3,735	-	-
Laptop	3	0,561	0,907	162 %
Lys kjøkken	3	0,679	0,895	132 %
Komfyr	4	8,610	6,707	78 %
PC u/skjerm	2	5,278	8,117	154 %
Oppvaskmaskin	8	10,482	7,189	69 %
Kjøleskap	7	49,941	58,823	118 %
PC m/skjerm	1	22,357	-	-
Kombiskap (kjøl/frys)	2	10,265	13,413	131 %
Varmepumpe luft/luft	2	38,915	58,483	150 %
Varmtvannsbeholder	8	127,463	48,001	38 %
LCD TV	9	14,626	14,592	100 %
Kjøkkenvifte	1	59,154	-	-
LED TV	1	7,854	-	-

Ut fra Tabell 5-1 kan man ha tillitt til estimatet for varmtvannsbeholderen, selv om konfidensintervallet også her er ganske stort. Resten av estimatene har et stort konfidensintervall, som medfører i at man ikke kan ha tillitt til de målte verdiene. Det er ikke beregnet konfidensintervall for vannkoker, PC m/skjerm, kjøkkenvifte og LED TV på grunn av at utvalget er for lite.

Det skal sies at det finnes apparater med ulike spesifikasjoner fra forskjellige leverandører, noe som medfører i et ulikt energiforbruk hos samme type apparat. Konfidensintervallet bekrefter at utvalget ikke representerer et representativt utvalg av populasjonen.

Når det kommer til målemetoden som er benyttet for energimåling av totalforbruk og husholdningsutstyr i dette prosjektet, gir ikke denne metoden fullkommene måleresultater. Det er avdekket avvik i måleresultatene av totalforbruket hos to abonnenter, der det i enkelte perioder ikke er registrert noe forbruk. Årsaken til dette er usikker, men avviket gir et mindre forbruk enn det som er reelt for kunden. Det er også avdekket avvik i måleresultatene for husholdningsapparatene, der det er registrert måldata flere ganger per minutt. Dette fører til

mer enn 60 registrerte målinger per time og vil derfor gi et høyere forbruk ved flere av apparatene i prosjektet enn det som er reelt.

5.4 Videre arbeid

En naturlig del av det videre arbeidet vil være å innhente og analysere måledata fra et større utvalg av populasjonen for å redusere usikkerhetene i de estimatene som er foretatt i dette prosjektet. Ved å redusere usikkerheten vil en få bedre nytte av de måledataene som foreligger.

Belysning i bolig er det ”husholdningsapparatet” som det foreligger minst måledata fra, også i dette prosjektet. Dette er på grunn av at det er vanskelig å foreta målinger grunnet ulike faktorer som innfelt belysning som spotlight etc. Skjult forlegning av det elektriske anlegget gjør det også vanskeligere å montere måleutstyr. For mange er det estetiske veldig viktig, slik at det kan være lite aktuelt å delta i måleprosjekter der en benytter målemetoder som fører til en forandring på installasjonen.

Kartlegge elektrisitetsforbruket til belysning i boliger/leiligheter er derfor interessant, samt å undersøke om varmekonsumet i husholdninger endres ved å benytte lavenergilamper istedenfor den tradisjonelle glødelampen som lyskilde. Husholdningen bør kun ha elektrisk oppvarming for lettere å kunne måle energitilskuddet som varmekilden tilfører. En annen utfordring vil være å beskrive energiforbruket til belysning som en funksjon av endringen i dagslys i løpet av året.

6 KONKLUSJON

Energiforbruket i norske husholdninger benyttes til oppvarming, varmtvann samt til elektrisk utstyr og belysning, og har en formålsfordeling på henholdsvis 60 prosent, 20 prosent og 20 prosent. Formålsfordelingen til det gjennomsnittlige elenergiforbruket til husholdningsapparatene i dette prosjektet viser at dette også er tilfelle for eneboliger, der 20 prosent av energiforbruket benyttes til oppvarming av varmtvann, 25 prosent benyttes til elektrisk utstyr og belysning og de resterende 55 prosentene benyttes til oppvarming av eneboligen samt en del ukjent forbruk som ikke lar seg definere i dette prosjektet.

Estimeringen av formålsfordelingen foretatt i dette prosjektet viser at utvalget har et bredt konfidensintervall, noe som medfører at tillitten til måleserien blir redusert. Man kan på grunnlag av dette si at utvalget av populasjonen er for lite og at det ikke representerer et representativt utvalg, men at resultatet til tross for dette bidrar til å vise trender i energiforbruket og forbruksmønsteret til de ulike husholdningsapparatene i norske eneboliger.

Årsprofilen til den gjennomsnittlige eneboligen i Norge viser at energiforbruket tydelig følger variasjonene til klimaelementene der utetemperaturen er det dominerende faktoren. Estimeringen viser også at de energieffektive forbedringene som er foretatt i byggeforskriften, har redusert energiforbruket i norske eneboliger drastisk siden 1969 og frem til siste reviderte utgaven i 2010. Energiforbruket i eneboliger bygd etter TEK07/10 er redusert med hele 35 prosent i forhold til energiforbruket i eneboliger bygd etter TEK 69 eller eldre.

Når det kommer til antall individer i eneboligen, gruppert etter familie og ikke familie, viser det seg at energiforbruket hos en familie er 5 prosent høyere enn hos en ikke-familie over et helt år, men at det forbrukes mer elektrisk energi hos en ikke-familie i den kaldeste perioden av året.

Resultatene fra årsforbruket bærer preg av at måleserien ikke representerer et representativt utvalg av populasjonene på grunn av mangle på geografisk spredning og at utvalget i seg selv er for lite. Resultatene, til tross, gir forståelse og kjennskap til energiforbrukets variasjon som en funksjon av utetemperatur, byggeår og antall personer i husholdningen.

Prosjektet har avdekket usikkerhet rundt målemetoden og måleutstyret som er benyttet til energimåling av husholdningsapparater i dette prosjektet. Det viser seg at måleutstyret registrerer måledata flere ganger per minutt og avviket fører til et høyere avlest forbruk enn det som er reelt for apparatet. Det er også avdekket avvik i totalforbruket til to abonnenter, der det i enkelte perioder mangler registrert forbruk. Dette medfører i et lavere totalforbruk enn det som er reelt.

REFERANSER

- [1] SSB, *Lågare driftsresultat i kraftsektoren*, Lokalisert 08.09.11 på internett: <http://www.ssb.no/elektrisitetaar/>
- [2] Finansdepartementet, *"Energibruk i husholdningene"*, Lokalisert 04.10.11 på internett: <http://www.regjeringen.no/nb/dep/fin/dok/nouer/2004/nou-2004-8/5.html?id=385877>
- [3] Den norske EU-delegasjonen, *"Alt om Europa 2020 - EUs vekststrategi"*, Lokalisert 02.09.11 på internett: http://www.eu-norge.org/Norges_forhold_til_EU/Alt-om-Europa-2020---EUs-vekst--og-sysselsettingsstrategi/
- [4] Weydahl Erling, *"Energi – Med vekt på energibruk i boliger"*, Informasjonsselskapet VERDI, Oslo, 2010
- [5] Statistisk Sentralbyrå, *"Energiforbruk i boliger og hytter/fritidsboliger per husholdning"* Lokalisert 04.10.11 på internett: <http://www.ssb.no/emner/01/03/10/husenergi/tab-2011-04-19-09.html>
- [6] Lovdata, *"Forskrift om tekniske krav til byggverk (Byggteknisk forskrift)"* Lokalisert 20.09.11 på internett: <http://www.lovdata.no/cgi-wift/lldles?doc=sf/sf/sf-20100326-0489.html>
- [7] Arvid Dalehaug, *"Forelesningsnotat Energibruk i bygninger uke 39: Optimal insulation; Development of building code demands"*, NTNU, 2011
- [8] Standard Norge, *"NS 3031:2007; Beregning av energiytelse, metode og data"*, 2007
- [9] NTNU-SINTEF, *"Enøk i bygninger – effektiv energibruk"*, 3.utgave, Gyldendal norsk forlag AS, 2007
- [10] Enova, *"Energi gradtall og temperaturkorrigering"*, Lokalisert 10.11.11 på internett: <http://naring.enova.no/popups/bba/BBAGradtall.aspx#helpTemperaturkorrigering>
- [11] Hansen, Eilif.H, *"Elektroinstallasjoner"*, utgave 2010, Classica forlag, 2010
- [12] Meteorologisk institutt, *"eklima"*, Lokalisert 06.09.11 på internett: http://sharki.oslo.dnmi.no/portal/page?_pageid=73,39035,73_39049&_dad=portal&_schema=PORTAL
- [13] Sæle H., Rosenberg E., Feilberg N., *"State-of-the-art Project for estimating the electricity end-use demand"*, SINTEF energy, 2010
- [14] SL Energi, *"Produkter – Energi måler til stikkontakt til kontrol af standby forbrug"*, Lokalisert 15.11.11 på internett: <http://www.sl-electric.dk/produkter.asp>
- [15] Løvås, Gunnar, *"Statistikk for universiteter og høyskoler"*, 2.utgave, Universitetsforlaget, 2005

-
- [16] Meteorologisk institutt, " *MetLex - Meteorologisk Leksikon*", Lokalisert den 06.10.11 på internett: <http://metlex.met.no/>
- [17] Grinden, Bjørn og Feilberg, Nicolai, " *REMODECE -D10; Analysis of Monitoring Campaign in Europe*", Lokalisert 07.10.11 på internett: http://remodece.isr.uc.pt/downloads/REMODECE_D10_Nov2008_Final.pdf
- [18] Electrolux, Frittstående kjøleskap og fryser, Lokalisert 07.12.11 på internett: http://www.electrolux.no/Products/Matoppbevaring/Frittst%c3%a5ende_kj%c3%b8le_skap_og_frysere/Kombiskap/ENA38933W
- [19] Statistisk Sentralbyrå, " *Boliger, etter bygningstype og byggeår (2006 - 2011)*", Lokalisert 08.12.11 på internett: http://statbank.ssb.no/statistikbanken/Default_FR.asp?PXSid=0&nvl=true&PLanguage=0&tilside=selecttable/hovedtabellHjem.asp&KortnavnWeb=boligstat

VEDLEGG

Vedlegg A Måledata fra totalforbruket

Vedlegg B Måledata fra husholdningsapparater

VEDLEGG A: MÅLEDATA FRA TOTALFORBRUKET

uke	104702001	104702002	104702003	104702004	104702005	104702006	104702008	104702010	104702011	Enhet
20	418,850	480,880	280,690	254,300	339,070	407,930	294,970	354,810	406,180	kWh/uke
21	472,030	517,470	316,160	278,500	350,680	482,290	355,650	379,790	404,360	kWh/uke
22	357,090	511,690	282,980	256,240	320,420	490,060	327,500	365,450	381,700	kWh/uke
23	331,470	490,440	295,770	231,580	301,470	467,060	289,740	353,830	418,460	kWh/uke
24	464,900	528,160	307,850	307,740	328,980	504,220	294,070	379,400	386,710	kWh/uke
25	399,470	431,760	296,050	265,120	298,360	496,820	284,790	343,040	406,870	kWh/uke
26	292,640	265,240	260,480	221,160	319,510	384,140	191,440	294,600	368,080	kWh/uke
27	264,380	237,190	202,860	122,580	277,250	305,490	179,760	289,320	381,180	kWh/uke
28	304,570	485,740	176,480	199,570	327,340	395,990	228,620	289,290	380,240	kWh/uke
29	254,940	466,740	209,710	185,700	284,220	324,540	192,250	314,860	428,930	kWh/uke
30	293,890	437,080	191,610	185,110	276,160	235,170	211,050	321,570	278,120	kWh/uke
31	297,740	464,940	259,500	211,060	177,790	378,520	179,030	386,150	387,410	kWh/uke
32	297,270	451,720	250,850	209,070	272,930	336,880	181,780	362,710	419,290	kWh/uke
33	334,680	434,840	271,890	174,300	295,490	357,870	186,370	348,200	406,010	kWh/uke
34	342,690	495,960	254,860	205,130	350,640	472,300	232,910	329,700	416,440	kWh/uke
35	367,010	518,290	273,840	133,830	401,190	536,430	249,770	370,670	416,840	kWh/uke
36	309,430	425,720	267,050	118,440	273,300	411,140	214,480	337,900	386,380	kWh/uke
37	381,100	485,000	248,350	153,150	392,470	495,280	236,260	399,620	371,820	kWh/uke
38	435,950	548,610	279,050	276,920	448,130	570,280	256,350	434,450	382,610	kWh/uke
39	399,900	533,560	280,910	320,740	463,700	657,450	220,310	466,730	371,980	kWh/uke
40	424,800	516,460	289,350	360,570	436,660	587,380	326,640	481,170	392,370	kWh/uke
41	464,270	642,460	424,360	422,140	526,190	575,990	367,210	467,380	540,820	kWh/uke
42	500,030	703,640	567,660	418,040	530,990	656,320	467,710	482,590	647,750	kWh/uke
43	495,730	703,540	554,970	442,500	497,040	615,400	463,060	457,430	614,880	kWh/uke
44	513,000	668,110	585,060	493,790	498,570	741,960	463,430	470,660	652,490	kWh/uke
45	528,110	784,060	681,610	510,150	577,530	831,080	507,520	648,100	796,000	kWh/uke

uke	104702001	104702002	104702003	104702004	104702005	104702006	104702008	104702010	104702011	Enhet
46	535,870	798,310	681,950	601,130	586,350	778,570	497,070	615,580	765,100	kWh/uke
47	608,810	882,230	808,910	628,320	667,050	978,470	592,000	814,760	1041,750	kWh/uke
48	593,260	944,450	889,550	586,550	639,290	1063,620	670,800	819,390	983,860	kWh/uke
49	565,050	786,860	809,160	635,460	555,770	992,740	562,610	697,710	815,690	kWh/uke
50	682,640	880,870	842,430	772,850	606,860	1038,480	582,720	718,760	824,680	kWh/uke
51	738,670	1095,270	932,860	674,500	686,430	1327,180	759,910	1081,290	1157,270	kWh/uke
52	693,560	895,300	933,610	602,130	598,640	1061,070	704,680	980,870	948,430	kWh/uke
1	705,010	839,810	867,780	566,820	584,690	909,270	597,190	760,540	895,960	kWh/uke
2	651,610	845,470	880,030	506,430	559,600	938,450	518,410	656,370	975,030	kWh/uke
3	671,470	770,630	706,850	544,880	544,380	891,170	414,660	560,310	821,370	kWh/uke
4	626,290	831,860	741,650	502,840	537,760	847,660	424,060	572,480	730,310	kWh/uke
5	695,470	814,130	682,090	518,440	505,590	900,050	531,850	528,960	724,410	kWh/uke
6	699,730	872,090	700,620	556,160	584,900	1036,910	464,140	667,500	749,570	kWh/uke
7	695,280	923,130	691,200	498,820	620,140	954,180	587,030	775,370	865,270	kWh/uke
8	666,150	912,600	729,880	510,040	481,470	946,520	462,030	661,710	860,490	kWh/uke
9	639,510	806,980	685,370	491,180	511,610	871,670	370,960	495,750	719,920	kWh/uke
10	651,800	753,990	660,330	484,210	504,450	856,110	335,170	496,350	735,800	kWh/uke
11	671,800	823,640	578,330	498,050	498,730	767,910	349,570	419,320	626,660	kWh/uke
12	661,600	793,410	605,070	442,890	542,910	801,000	353,960	471,400	662,620	kWh/uke
13	624,840	689,750	608,620	417,010	467,500	693,620	327,610	426,900	619,820	kWh/uke
14	647,590	690,380	641,190	406,420	463,990	606,150	266,770	435,460	562,820	kWh/uke
15	546,900	650,770	556,520	367,490	461,140	637,940	293,560	398,290	514,490	kWh/uke
16	498,170	596,080	484,570	285,950	418,130	498,910	319,870	469,340	451,560	kWh/uke
17	460,950	618,400	236,520	255,270	404,210	610,090	248,610	370,520	449,780	kWh/uke
18	470,290	612,550	332,250	201,920	439,630	480,130	199,610	346,710	475,250	kWh/uke
19	511,510	572,950	271,470	322,760	405,650	466,080	248,340	289,410	438,050	kWh/uke
Totalt	26159,770	33931,210	25868,760	19835,950	23442,950	34671,940	19085,860	25660,470	30859,880	kWh/år

uke	104702012	104702013	104702014	104702015	104702016	Enhet
20	161,240	260,460	202,900	333,370	314,070	kWh/uke
21	174,810	316,630	217,400	366,580	286,140	kWh/uke
22	193,120	300,190	209,620	346,410	227,770	kWh/uke
23	180,670	261,340	192,970	333,300	335,450	kWh/uke
24	179,800	329,080	174,740	410,050	241,130	kWh/uke
25	166,820	310,180	207,170	329,650	234,010	kWh/uke
26	152,470	230,310	193,710	274,770	202,380	kWh/uke
27	170,800	222,120	101,860	217,710	233,350	kWh/uke
28	122,900	225,360	146,240	244,060	224,880	kWh/uke
29	137,840	161,530	189,720	253,640	216,660	kWh/uke
30	145,000	171,340	187,340	225,180	0,000	kWh/uke
31	138,570	183,860	195,440	249,270	221,030	kWh/uke
32	159,280	202,640	190,230	242,240	74,250	kWh/uke
33	184,530	292,110	249,090	236,850	0,000	kWh/uke
34	194,140	293,970	209,470	265,670	167,340	kWh/uke
35	91,230	219,520	211,870	292,130	239,970	kWh/uke
36	152,890	320,130	202,570	248,350	248,380	kWh/uke
37	233,250	326,810	211,670	299,950	311,360	kWh/uke
38	169,530	331,870	218,420	384,320	349,180	kWh/uke
39	208,830	279,550	206,500	409,720	315,530	kWh/uke
40	240,240	361,410	259,540	342,020	392,770	kWh/uke
41	296,740	343,740	266,270	504,320	386,140	kWh/uke
42	213,820	324,910	232,260	550,500	356,340	kWh/uke
43	237,070	354,920	262,080	642,180	350,320	kWh/uke
44	325,710	455,350	333,560	827,410	588,760	kWh/uke
45	315,110	486,660	334,730	858,030	583,920	kWh/uke

uke	104702012	104702013	104702014	104702015	104702016	Enhet
46	431,290	508,950	320,260	1066,500	663,020	kWh/uke
47	441,650	517,020	324,830	1247,810	803,780	kWh/uke
48	365,110	468,320	332,300	1014,570	602,650	kWh/uke
49	386,370	479,630	367,170	902,000	723,990	kWh/uke
50	527,180	592,920	380,870	1336,780	765,490	kWh/uke
51	361,110	541,390	391,870	961,920	539,270	kWh/uke
52	359,870	535,380	422,200	868,260	600,580	kWh/uke
1	320,780	452,300	369,790	768,080	621,880	kWh/uke
2	253,810	454,960	280,400	725,170	416,600	kWh/uke
3	310,400	438,830	289,900	746,350	659,400	kWh/uke
4	261,950	467,250	294,790	648,730	609,650	kWh/uke
5	322,350	512,000	299,600	782,780	609,230	kWh/uke
6	348,890	497,210	361,130	892,090	574,020	kWh/uke
7	282,440	459,470	338,820	779,970	505,200	kWh/uke
8	293,410	478,570	290,240	633,690	532,980	kWh/uke
9	261,780	474,780	300,540	631,940	520,370	kWh/uke
10	184,070	447,990	280,210	484,620	484,860	kWh/uke
11	293,340	477,300	313,740	696,700	502,070	kWh/uke
12	238,890	470,520	279,160	556,500	404,620	kWh/uke
13	219,450	417,700	254,490	482,730	522,800	kWh/uke
14	187,000	396,820	250,620	453,500	367,460	kWh/uke
15	117,790	363,650	216,540	407,320	351,880	kWh/uke
16	201,020	331,470	220,130	370,840	255,840	kWh/uke
17	167,090	271,570	224,000	360,430	235,840	kWh/uke
18	176,900	290,270	182,120	250,900	218,220	kWh/uke
19	176,710	358,590	224,350	357,930	328,030	kWh/uke
Totalt	12437,060	19270,850	13417,440	28115,790	20520,860	kWh/år

uke	Gjennomsnitt forbruk	Enhet	Std.avvik	Konfidens	Intervall minimum	Intervall maksimum
20	322,742	kWh/uke	91,93	48,16	274,59	370,90
21	356,335	kWh/uke	99,88	52,32	304,01	408,65
22	334,036	kWh/uke	93,64	49,05	284,99	383,09
23	319,085	kWh/uke	95,95	50,26	268,83	369,34
24	353,515	kWh/uke	108,64	56,91	296,60	410,43
25	325,854	kWh/uke	91,00	47,67	278,18	373,52
26	265,273	kWh/uke	68,21	35,73	229,54	301,00
27	228,654	kWh/uke	76,62	40,14	188,52	268,79
28	271,262	kWh/uke	105,85	55,45	215,82	326,71
29	261,894	kWh/uke	100,52	52,66	209,24	314,55
30	242,971	kWh/uke	78,52	41,13	201,84	284,10
31	269,945	kWh/uke	103,63	54,28	215,66	324,23
32	275,145	kWh/uke	93,35	48,90	226,24	324,05
33	290,172	kWh/uke	83,93	43,97	246,20	334,14
34	312,606	kWh/uke	100,42	52,60	260,00	365,21
35	314,048	kWh/uke	136,34	71,42	242,63	385,47
36	282,137	kWh/uke	95,43	49,99	232,15	332,13
37	325,748	kWh/uke	106,15	55,61	270,14	381,36
38	364,345	kWh/uke	122,83	64,34	300,00	428,69
39	370,760	kWh/uke	136,52	71,51	299,25	442,27
40	386,047	kWh/uke	101,67	53,26	332,79	439,30
41	449,376	kWh/uke	110,77	58,03	391,35	507,40
42	484,325	kWh/uke	154,09	80,72	403,61	565,04
43	487,754	kWh/uke	142,16	74,47	413,28	562,22
44	540,700	kWh/uke	148,73	77,91	462,79	618,61
45	604,515	kWh/uke	179,73	94,15	510,36	698,67
46	629,764	kWh/uke	191,80	100,47	529,29	730,23

uke	Gjennomsnitt forbruk	Enhet	Std.avvik	Konfidens	Intervall minimum	Intervall maksimum
47	734,893	kWh/uke	258,85	135,59	599,30	870,49
48	720,852	kWh/uke	249,31	130,60	590,25	851,45
49	658,171	kWh/uke	195,01	102,15	556,02	760,33
50	752,926	kWh/uke	245,59	128,65	624,28	881,57
51	823,821	kWh/uke	298,39	156,31	667,51	980,13
52	738,769	kWh/uke	225,89	118,33	620,44	857,10
1	664,463	kWh/uke	199,50	104,50	559,96	768,97
2	634,288	kWh/uke	234,55	122,86	511,42	757,15
3	593,169	kWh/uke	193,28	101,25	491,92	694,42
4	575,972	kWh/uke	186,59	97,74	478,23	673,71
5	601,363	kWh/uke	182,79	95,75	505,61	697,11
6	648,534	kWh/uke	207,75	108,82	539,71	757,36
7	651,625	kWh/uke	213,26	111,71	539,91	763,33
8	609,754	kWh/uke	215,34	112,80	496,95	722,56
9	558,615	kWh/uke	187,39	98,16	460,46	656,77
10	528,854	kWh/uke	196,50	102,94	425,92	631,79
11	539,622	kWh/uke	171,65	89,91	449,71	629,54
12	529,225	kWh/uke	177,35	92,90	436,32	622,13
13	480,772	kWh/uke	157,98	82,75	398,02	563,53
14	462,208	kWh/uke	162,32	85,03	377,18	547,24
15	425,569	kWh/uke	158,37	82,96	342,61	508,53
16	395,849	kWh/uke	118,85	62,26	333,59	458,11
17	359,803	kWh/uke	144,85	75,88	283,92	435,68
18	342,964	kWh/uke	141,37	74,05	268,91	417,02
19	357,215	kWh/uke	117,72	61,67	295,55	418,88
Totalt	24058,302	kWh/år				

VEDLEGG B: MÅLEDATA FRA HUSHOLDNINGSAPPARATER

Utvalg	20101 Vaskemaskin	20401 Tørketrommel	20201 Oppvaskmaskin	10101 Kjøleskap	10201 Kombiskap	10301 Fryser	Enhet
104702002	19,1769	-	9,8378	96,5646	-	38,7465	kWh/2uker
104702003	7,5572	-	8,3065	-	-	28,6429	kWh/2uker
104702004	6,8962	12,1382	-	7,3413	-	8,8316	kWh/2uker
104702005	9,4649	-	6,0386	35,7218	-	23,8419	kWh/2uker
104702006	3,5579	-	5,9936	51,7857	10,2862	-	kWh/2uker
104702008	7,6468	2,0124	9,9912	31,5028	-	30,2185	kWh/2uker
104702010	4,593105	-	0	-	10,2440	0	kWh/2uker
104702011	4,2156	32,0664	11,9234	114,6601	-	8,9773	kWh/2uker
104702013	10,3494	-	18,3228	-	-	38,5101	kWh/2uker
104702014	8,2412	-	13,4391	-	-	16,0194	kWh/2uker
104702016	9,3541	-	-	12,0125	0,0000	35,3281	kWh/2uker
Gj.snitt	8,2776	15,4056	10,4816	49,9412	10,2651	25,4574	kWh/2uker
pr år	215,2166	400,5467	272,5218	1298,4720	266,8925	661,8915	kWh/år
Utvalg	50101 PC/u skjerm	50801 PC m/skjerm	162601 Varmtvannsbeholder	81101 Lampe stue	81001 Lys Kjøkken	130001 Komfyr	Enhet
104702002	-	-	178,5196	-	-	-	kWh/2uker
104702003	-	-	-	0,4883	-	-	kWh/2uker
104702004	-	-	90,9674	-	-	-	kWh/2uker
104702005	0,4220	-	-	0,5576	0,0000	2,9797	kWh/2uker
104702006	-	-	112,2045	7,1435	0,5408	-	kWh/2uker
104702008	-	-	107,4152	-	-	6,5596	kWh/2uker
104702010	-	-	109,5449	-	-	-	kWh/2uker
104702011	-	-	158,2245	4,1815	1,4957	-	kWh/2uker
104702013	-	22,3569	184,6776	-	-	8,5014	kWh/2uker
104702014	-	-	78,1516	-	-	-	kWh/2uker
104702016	10,1341	-	-	-	-	16,3999	kWh/2uker
Gj.snitt	5,2781	22,3569	127,4632	3,0927	0,6788	8,6101	kWh/2uker
pr år	137,2297	581,2794	3314,0420	80,4109	17,6492	223,8636	kWh/år

Utvalg	51501 Laptop	31101 LED TV	30501 LCD-TV	70301 Varmepumpe (luft/luft)	130701 Vannkoker	71001 Kjøkkenvifte	Enhet
104702002	0,1532	7,8541	-	-	-	-	kWh/2uker
104702003	-	-	9,5449	-	-	-	kWh/2uker
104702004	-	-	7,4397	-	-	-	kWh/2uker
104702005	-	-	17,1031	-	-	-	kWh/2uker
104702006	0,9677	-	12,0804	-	-	-	kWh/2uker
104702008	-	-	13,9048	-	-	-	kWh/2uker
104702010	-	-	-	73,9032	-	-	kWh/2uker
104702011	1,6877	-	45,2662	-	-	-	kWh/2uker
104702013	-	-	7,2058	-	3,7350	-	kWh/2uker
104702014	-	-	3,0955	3,9260	-	59,1535	kWh/2uker
104702016	-	-	15,9946	-	-	-	kWh/2uker
Gj.snitt	0,5605	7,8541	14,6261	38,9146	3,7350	59,1535	kWh/2uker
pr år	14,5717	204,2063	380,2795	1011,7794	97,1104	1537,9912	kWh/år