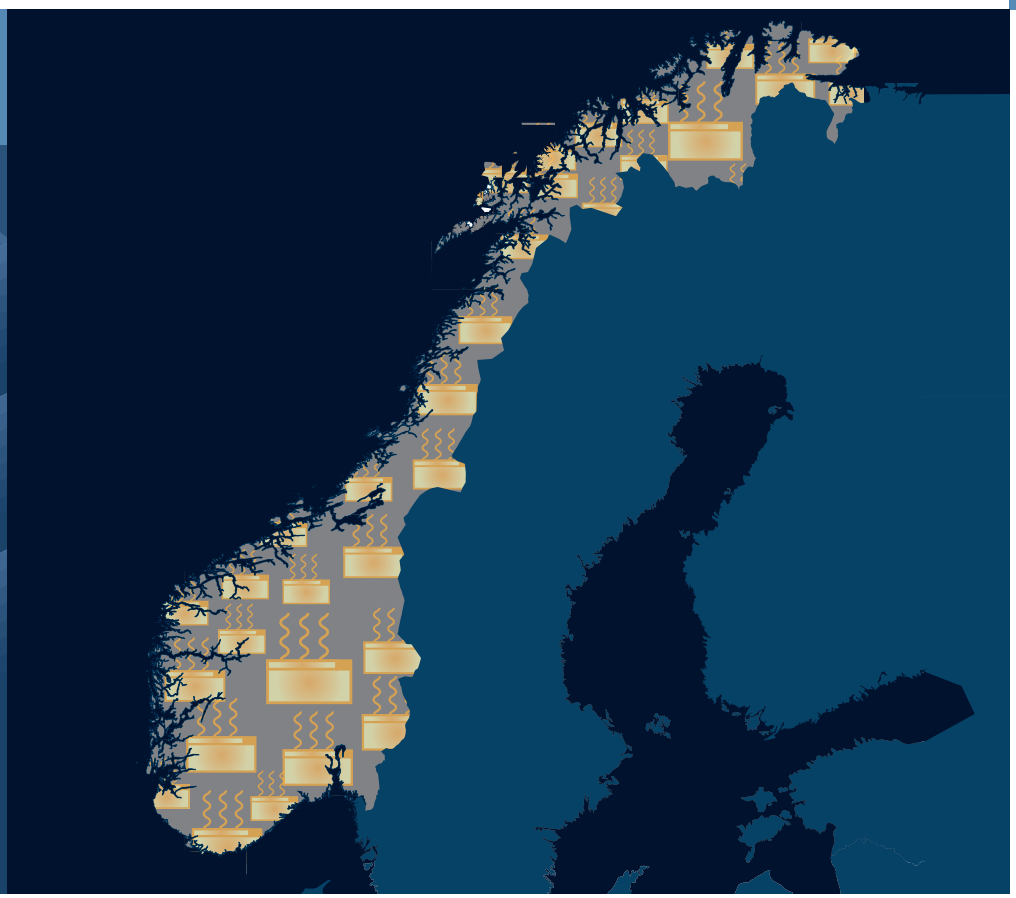
NVE

Energibruksrapporten 2012

Energibruk i husholdningene

30
2012

RAPPORT



Energibruksrapporten 2012

Energibruk i husholdningene

Rapport nr 30/2012

Energibruksrapporten 2012 - Energibruk i husholdninger

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat

Redaktør: Ingrid H. Magnussen

Forfatter: Birger Bergesen, Lisa Henden Groth, Benedicte Langseth, Ingrid H. Magnussen, Dag Spilde, Jun Elin Wiik Toutain

Bidragsytere: Audun Fidje, Karen Byskov Lindberg, Lilly Næss

Trykk: NVEs hustrykkeri

Opplag:

Forside: Rune Stubrud, NVE

Emneord: Energibruk, energibruksutvikling, husholdninger, formålsfordeling, energieffektivisering, elspesifikt forbruk, oppvarmingsløsninger, adferd, fornybardirektivet, bygningsenergidirektivet, direktiv for merking av hvitevarer, nettutbygging.

ISBN 978-82-410-0818-4

ISSN 1501-2832

Norges vassdrags- og energidirektorat
Middelthunsgate 29
Postboks 5091 Majorstua
0301 OSLO

Telefon: 09575
Telefaks: 22 95 90 00
Internett: www.nve.no

Oktober 2012

Forord

Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) ønsker med denne rapporten å gi et godt og fyldig bilde av energibruken i Fastlands-Norge. Behovet for energi er avgjørende for beslutninger om utbygging av energianlegg, både for produksjon og overføring av energi. Mengden energi vi bruker, og hvor energien kommer fra, er dessuten førende for hvor mye klimagasser vi slipper ut i Norge.

Kunnskap om energibruk og energieffektivisering er derfor viktig. Det kreves innsikt i hvordan vi bruker energi for å kunne iverksette de riktige tiltakene som kan redusere energibruk og klimagassutslipp.

Fokuset i rapporten er på husholdningene. NVE har over tid registrert at energibruken i husholdningssektoren har flatet ut, uten å kunne si med sikkerhet hvorfor. Denne rapporten gir mer informasjon om hva som styrer husholdningenes energibruk.

For å kunne ta gode beslutninger om tiltak rettet mot energibruk i husholdningene, er det viktig å ha et godt bilde av hvordan husholdningenes energibruk fordeler seg på formålene oppvarming av rom og tappevann, og elspesifikk energibruk. NVE drøfter i denne rapporten formålsfordelingen og oppsummerer hva vi tror er en rimelig fordeling.

Rapporten er NVEs andre energibruksrapport. Det vil bli jevnlige utgivelser, der aktuelle tema innenfor området energibruk vil bli tatt opp. Vi håper leseren finner rapporten nyttig og lærerik.

Oslo, oktober 2012

Marit Lundteigen Fossdal
avdelingsdirektør

Birger Bergesen
seksjonssjef

Innhold

1 Innledning 1

2 Energibruk i Norge 2

2.1 Samlet energibruk i Fastlands-Norge 2
2.2 Mobil energibruk i Fastlands-Norge 4
2.3 Stasjonær energibruk i Fastlands-Norge 5

3 Energibruk i husholdninger 9

3.1 Utflating av energibruk i husholdningene 9
3.2 Hva påvirker energibruken i husholdningene? 11
3.3 Hva bruker husholdningene energien til? 15
3.4 Oppvarming og energiforsyning 27
3.5 Adferd 31
3.6 Hvordan kan boligeierne redusere energibruken 35

4 EU-direktiver 37

4.1 Fornybardirektivet 38
4.2 Bygningsenergidirektivet 43
4.3 Energimerking av hvitevarer 45

5 Elektrisitetsbruk og kraftlinjer 49

5.1 Hvorfor flere kraftledninger når elektrisitetsbruken flater ut? 49
5.2 Maksimalforbruk og kraftnettet 51
5.3 Hvilke tiltak kan redusere maksimalforbruket om vinteren? 54

6 Referanseliste 56

Ordliste

Begreper	Forklaring
Energibruk	Bruk av alle typer energivarer (elektrisitet, fjernvarme, olje, gass med mer).
Elektrisitet	Elektrisk energi, kalles også elektrisk kraft, kraft, og strøm.
Sluttbruk av energi	Sluttbruk av energi er energi til lys, apparater og varme i boliger og yrkesbygg, produksjon av varer i industrien og innenlands transport. Eksklusiv energi brukt i energisektoren.
Samlet energibruk i Fastlands-Norge	Summen av sluttbruk av energi og energibruk i energisektoren.
Energisektoren	Produsenter, distributører, selgere etc. av energi, olje, gass, fjernvarme, elektrisitet med mer.
Petroleumssektoren	Produsenter, distributører og leverandører av olje, gass og raffinerte petroleumsprodukter.
Stasjonær energibruk	Sluttbruk av energi unntatt energi brukt til transport.
Mobil energibruk	Energi brukt til transport
Transport	Alle typer passasjer- og godstransport, både privat og næring.
Kraftintensiv industri	Industrinæringene metallindustri, kjemiske råvarer og treforedling.
Annen industri	Ikke-kraftintensive industrinæringer.
Alminnelig forsyning	Elektrisitetsbruk i husholdninger, tjenesteytende næringer, primærnæringer, bygg og anlegg og annen industri.
Temperaturkorrigert energibruk	Faktisk energibruk korrigert til hva den hadde vært om temperaturen ute hadde vært lik et 'normalår'.
AMS	Avansert måle- og styringssystemer.
Energiintensitet	Et mål på hvor mye energi som brukes per enhet. For eksempel energibruk per person.
Strålingsvarme	Elektromagnetisk stråling, hovedsakelig lys i det infrarøde området. Når varmestråling treffer en gjenstand/materiale blir noe av energien i strålingen absorbert. Dette fører til at materialet blir varmere.
Konveksjonsvarme	Luften rundt for eksempel en ovn blir varm, utvider seg og stiger opp. Den oppvarmede luften vil fortrenge kaldere luft. Dette fører til bevegelse i luften og varmen brer seg.

Elspesifikk energibruk	Elspesifikt forbruk omfatter elektrisitet til elektriske apparater og belysning. Elektriske apparater kan bare drives av elektrisitet, og denne energibruken kalles derfor ofte elspesifikk energibruk
Formålsfordeling	Hvordan husholdningenes energibruk fordeler seg på formålene oppvarming av rom og tappevann, og elspesifikk energibruk.

Sammendrag

Etter mange år med sterk vekst har energibruken i husholdningene de siste 20 år hatt en svakere vekst, og fra 1995 nærmest flatet ut på et nivå rundt 45 TWh. Unntaket var 2010 da energibruken i husholdningene var oppe i 50 TWh på grunn av det kalde været. Bakgrunnen for utflatingen er i hovedsak redusert vekst i areal per person og mindre energibruk per kvadratmeter. I tillegg har det siden slutten av 1980-tallet vært et markert mildere klima, noe som har gitt et redusert behov for å varme opp boliger.

Dette er en av konklusjonene i ”Energibruksrapporten 2012” fra NVE. Rapporten beskriver energibruk i alle sektorer i Fastlands-Norge frem til 2011 med hovedvekt på stasjonær energibruk og energibruk i husholdningene.

Rapporten viser at veksten i boligareal per person har avtatt fra 2,5 prosent per år før 1990 til 1,0 prosent per år etter 1990. Den reduserte veksten i boligareal kan skyldes flere forhold, men urbanisering og sterk økning i boligprisene er trolig medvirkende årsaker til denne utviklingen. Energibruk i husholdningene har gått ned fra ca. 210 kWh per kvadratmeter i begynnelsen av 1990-årene til ca. 180 kWh per kvadratmeter i dag. Den viktigste grunnen til denne nedgangen er forbedringer av eksisterende boliger, samt bedre kvalitet på nye boliger som følge av skjerpede energikrav i nye bygningsforskrifter. I tillegg har det vært en utvikling mot bedre oppvarmingssystemer.

Flere nye studier tyder på at andelen energi som går til oppvarming av boliger er høyere enn tidligere antatt. Mens det i Energibruksrapporten 2011 ble anslått at 58 prosent av husholdningenes energibruk gikk til oppvarming av boliger, tyder de nye studiene på at ca 66 prosent av samlet energibruk i husholdningene går til oppvarming av rom. Ny formålsfordeling for husholdningenes energibruk er ifølge Energibruksrapporten 2012 ca 66 prosent til oppvarming av rom, ca 12 prosent til varming av tappevann og ca 22 prosent til elektriske apparater og belysning.

Den nye formålsfordelingen representerer et gjennomsnitt for alle husholdningene i landet. Boligstørrelse, type bolig, hvor i landet boligen ligger, størrelse på husholdningen og beboernes adferd er faktorer som kan gi store avvik fra gjennomsnittet. NVE fikk i 2011 gjennomført en kartlegging av det elspesifikke forbruket i 2000 norske husholdninger. Undersøkelsen viser at antall personer i husholdningen er den faktoren som påvirker det elspesifikke forbruket mest.

Utetemperatur er en viktig faktor for energibruk i bygninger. Det har vært en stigning i utetemperaturen de siste tiårene. NVEs beregninger viser at den høyere utetemperaturen fra slutten av 1980-tallet fram til i dag har gitt en total reduksjon i energibruken i husholdningene i Norge på 2-3 TWh/år. Det meste av energien til oppvarming brukes om vinteren, noe som fører til svært høy energibruk i kalde vintre. Elektrisitet er den mest brukte energivaren til oppvarming i Norge, og den høye elektrisitetsbruken ved lave utetemperaturer er en utfordring for kraftnettet. Lave investeringer i kraftnettet de siste 20 årene har gitt behov for nye investeringer og utbedringer i sentralnettet.

Etter flere år med utflating i stasjonær energibruk i Fastlands-Norge gikk energibruken kraftig opp i 2010. Dette skyldes at 2010 var et av de kaldeste årene de siste hundre år, noe som medførte en høy bruk av energi til oppvarming av boliger og yrkesbygg. Året 2011 var derimot mildt og det ble derfor brukt mindre energi til oppvarming. Stasjonær

energibruk nådde en topp på 165 TWh i 2010, mens den gikk tilbake til den langsiktige trenden på i underkant av 160 TWh i 2011. Energi til transport økte i den samme perioden med 0,3 prosent fra 2010 til 2011.

Andre forhold som påvirker energibruken, er valg av oppvarmingsløsninger og adferd. I tillegg har EU de senere årene hatt innflytelse på norske husholdningers energibruk gjennom innlemmelse i EØS-avtalen av blant annet fornybardirektivet som skal sikre at andelen fornybar energi øker samt bygningsenergidirektivet og direktivet om energimerking av hvitevarer som begge har som mål å redusere energibruken.

1 Innledning

Norge er et land med store energiressurser som vann, vind, olje og gass. En stor andel av den stasjonære energibruken dekkes av vannkraft, mens mesteparten av olje og gass eksporteres til EU som er Norges viktigste handelspartner. EU må importere store mengder energi fra land utenfor unionen og står foran et scenario i 2030 der 70 prosent av energibehovet må dekkes av energi fra land utenfor unionen. Energibruken vil i stor grad være knyttet til økonomisk vekst og det forventes at energibruken vil øke i lang tid fremover.

Det økende energibehovet kan bare i begrenset grad dekkes av økt energiproduksjon. Naturinngrep og utslipp til luft som følge av produksjon og distribusjon av energi, er problematisk. Krav om økt bruk av fornybar energi fører til at delvis motstridende hensyn til miljø, forsyningssikkerhet og verdiskaping må balanseres. For å demme opp for og regulere det økende energibehovet, er det blitt større fokus på energieffektivisering i EU, men også i Norge (Energiutredningen, 2012), (Klimameldingen, 2012) og (Bygningsmeldingen, 2012).

Europarådet og Europaparlamentet ble i juni enige om et energieffektiviseringsdirektiv som skal sørge for at medlemslandene sparer 20 prosent av den energibruken som EU ligger an til å bruke i 2020. En slik energieffektivisering vil også styrke industriens konkurranseevne og sikre sysselsetning[1]. Dette direktivet vil sannsynlig bli vedtatt i EU i løpet av 2012.

En rekke studier viser at det er stort potensial for å energieffektivisere boliger (Enova, 2012). Kunnskap om husholdningenes energibruk er viktig for å forstå energibruksutviklingen framover og for å ta gode beslutninger om tiltak rettet mot husholdningene. Energibruken i husholdningene har flatet ut de senere år, men det har vært usikkert hva som er årsakene til dette (Energibruksrapporten, 2011). NVE har et ansvar for å fremme en sikker, effektiv og miljøvennlig energiforsyning og en effektiv energibruk. For å få mer kunnskap om energibruken i husholdningssektoren fikk derfor NVE i 2011 gjennomført to prosjekter rettet mot husholdningene (Xrgia, 2011),(Vestlandsforskning, 2011). Disse prosjektene er gjengitt i rapporten og har gitt viktig informasjon om drivkreftene for energibruken til husholdningene.

Ut fra et klimaperspektiv er det nødvendig å erstatte bruk av fossile energikilder med fornybar energi. I Norge bygges det ut mer vann- og vindkraft. For at alle skal være sikret tilstrekkelig elektrisitet etter behov må det må det være balanse mellom produksjon og forbruk, og det må være tilstrekkelig overføringskapasitet. Det er derfor planlagt store investeringer i det norske elektrisitetsnettet i årene framover (Nettmeldingen, 2012).

Kapittel 2 i rapporten kartlegger og oppsummerer energibruken i Norge i de ulike økonomiske sektorene i perioden 1976 til 2011. I Kapittel 3 er det gjort en drøfting av husholdningenes energibruk med en oppsummering av hva NVE tror er en rimelig formålsfordeling. Hvordan husholdningenes energibruk påvirkes av bestemmelser i EU er beskrevet i rapporten i kapittel 4 som tar for seg tre ulike direktiver som er innlemmet i EØS-avtalen. I kapittel 5 diskuteres behovet for flere kraftledninger i lys av utviklingen i energibruk.

[1] Non-paper of the services of the European Commission on Energy Efficiency Directive, April 2012

2 Energibruk i Norge

Den samlede sluttbruken av energi i Fastlands-Norge var på 214 TWh i 2011. I tillegg ble det brukt 15 TWh i energisektoren i Fastlands-Norge. Etter et svært kaldt år i 2010, var 2011 et av de mildeste årene de siste hundre år. Dette medførte at energibruk i yrkesbygg og husholdninger var 10 prosent lavere i 2011 enn året før.

2.1 Samlet energibruk i Fastlands-Norge

Samlet energibruk i Fastlands-Norge omfatter sluttbruk av energi[2] og energi brukt i energisektoren på fastlandet[3]. Sluttbruk av energi er energi til lys, apparater og varme i boliger og yrkesbygg, produksjon av varer i industrien og innenlands transport. Energi brukt i utenriks sjø- og luftfart, og egentilvirket energi på norsk sokkel, holdes utenfor i denne rapporten.

Energibruk betyr i denne sammenheng samlet forbruk av alle typer energivarer regnet om til kWh. Energivarene kan deles inn i sju hovedgrupper; elektrisitet, fjernvarme, fyringsolje, kull, gass, bioenergi og bensin/diesel. De seks førstnevnte blir hovedsakelig brukt i bygninger og i industrielle prosesser, mens bensin og diesel brukes som drivstoff til transport-formål.

Samlet energibruk i Fastlands-Norge var på 229 TWh i 2011, en nedgang på 8 TWh fra året før. Nedgangen skyldes i hovedsak varmere vær som medførte mindre behov for energi til oppvarming i boliger og yrkesbygg. 2011 var et av de mildeste årene som er målt de siste hundre årene. 2010 var til sammenligning det kaldeste året i Norge siden 1985, noe som medførte en rekordhøy energibruk dette året.

Utvikling i energibruk i Fastlands-Norge illustreres i Figur 2.1. Figuren viser at energi til husholdninger og tjenesteytende næringer gikk markert opp fra 2009 til 2010, for så å gå ned igjen i 2011. Den totale energibruken i disse sluttbrukergruppene var 87 TWh i 2010, mens den i 2011 sank til 79 TWh.

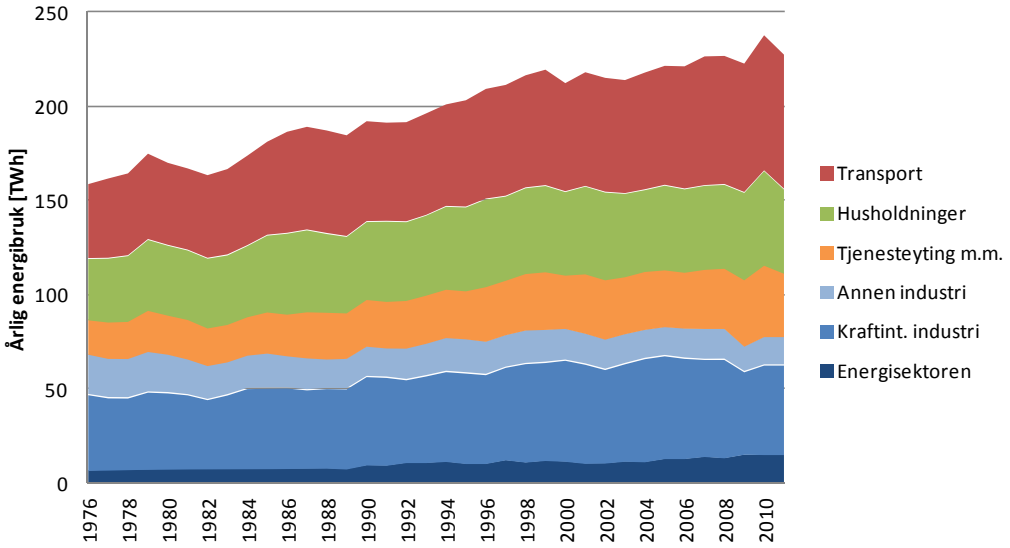
Energiinnhold

For å kunne sammenligne energivarer regnes alle energivarene om til kilowattimer, også kalt (kWh). For andre energivarer enn elektrisitet og fjernvarme regnes energiinnholdet ut på bakgrunn av teoretisk energi i energivaren. Energiinnholdet i en energivare vil variere. Statistisk Sentralbyrå (SSB) bruker gjennomsnittsverdier for å regne om til kWh. Nedenfor følger en oversikt over SSBs omregningsfaktorer for de mest brukte energivarene. Elektrisitet og fjernvarme selges i kWh og trenger derfor ikke omregningsfaktorer.

Kull og koks	7 800 kWh/tonn
Naturgass	11 800 kWh/1000 Sm^3
Bensin	12 200 kWh/tonn
Diesel og lett fyringsolje	12 000 kWh/tonn
Ved	2 200 kWh/fast m^3

[2]Sluttbruk av energi tilsvarer innenlands sluttbruk av energi i SSBs Energibalanse.
[3]Energisektoren i Fastlands-Norge omfatter produksjon av elektrisitet, produksjon av fjernvarme, landanleggene innenfor petroleumssektoren, raffineriene og plattformer som får kraft fra land. Energivarer brukt som råstoff for å produsere nye energivarer (omvandling) er ikke inkludert. Se Energibalansen.

Gjennomsnittlig energibruk i disse to sektorene i perioden 2000 til 2009 var på 77 TWh, med ca 45 TWh i husholdningene og ca 32 TWh i tjenesteytende næringer.



Figur 2.1 Energibruk etter sektor i Fastlands-Norge[4]. Kilde (SSB, 2012)

Enheter

Energi kan måles i forskjellige enheter. I denne rapporten brukes kilowattimer (kWh) som enhet. Effekt måles i watt (W) mens energi måles i watt-timer. Dersom man bruker én watt i en time, bruker man en wattime. Forbruket til en husstand måles gjerne i kilowattimer (kWh), som er tusen wattimer. Når vi analyserer den samlede energibruken i Norge er det hensiktsmessig å bruke større enheter som TWh.

kilowattimer	kWh	
megawattimer	MWh	tusen kWh
gigawattimer	GWh	million kWh
terrawattimer	TWh	milliard kWh

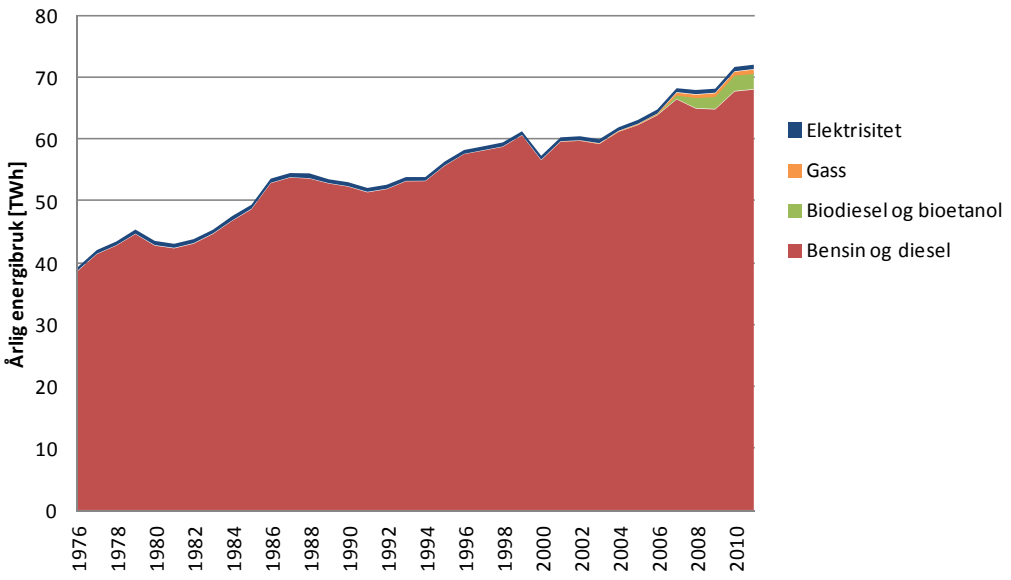
En gjennomsnittlig husholdning bruker ca. 21 000 kWh energi per år. Av dette er rundt 16 000 kWh elektrisitet. Til sammenligning bruker de største kraftintensive bedriftene flere TWh hvert år.

[4] Energibruk i tjenesteytende næringer omfatter her også energibruk i bygninger innenfor bygg og anlegg og yrkesbygg innen primærnæringene.

2.2 Mobil energibruk i Fastlands-Norge

Salget av drivstoff til innenlands transport gikk opp med 0,3 prosent fra 2010 til 2011. Dette omfatter salg både til privatbiler i husholdningene og yrkeskjøretøy. Siden 1976 har energi til innenlands transport hatt en årlig vekst på 1,8 prosent. Etter en utflating i forbindelse med finanskrisen i 2008 og 2009, nådde salget en ny topp i 2010, og ligger nå på ca 72 TWh per år. Denne utviklingen illustreres i Figur 2.2.

Figur 2.2 viser at bensin og diesel er de dominerende energivarene til transport i Fastlands-Norge. Det blir brukt noe elektrisitet til jernbane, trikk og T-bane og noe gass på ferger og busser. Elektrisitet til veitransport utgjør i dag en liten andel av samlet energibruk til transport, men forventes å øke i årene som kommer. Fra 2005 har det i tillegg blitt brukt mer biodrivstoff som innblanding i fossilt drivstoff. Dette fremkommer i det grønnfargede arealet i Figur 2.2. Det er nå påbudt med 3,5 prosent innblanding av biodrivstoff i kjøretøy brukt til veitransport.



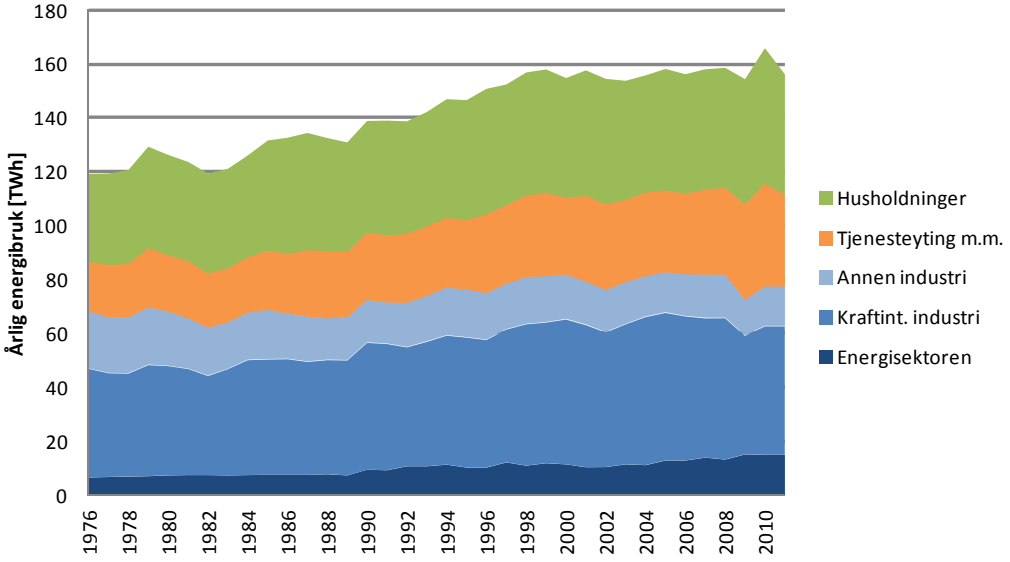
Figur 2.2 Energi til transport etter energivarer. Årlige tall. Kilde (SSB, 2012)

2.3 Stasjonær energibruk i Fastlands-Norge

Energi til bygninger, industrielle prosesser og produksjon av energivarer (energisektoren) kalles stasjonær energibruk, til forskjell fra mobil energibruk. Resten av denne rapporten vil være konsentrert om den stasjonære energibruken i Fastlands-Norge med hovedfokus på husholdningenes energibruk.

2.3.1 Energieffektivisering gir redusert energibruk

Etter å ha nådd en topp på 165 TWh i 2010, gikk stasjonær energibruk i Fastlands-Norge tilbake til den langsiktige trenden som er i underkant av 160 TWh i 2011. Den har ligget på dette nivået siden 1998, med unntak av 2010. Dette vises i Figur 2.3. Husholdningene står for rundt 30 prosent av samlet stasjonær energibruk i Fastlands-Norge med en årlig bruk som har variert fra 44 TWh til 50 TWh de siste årene.



Figur 2.3 Stasjonær energibruk i Fastlands-Norge etter sektor. Kilde NVE / (SSB, 2012)

En viktig grunn til at stasjonær energibruk flater ut er bedre bygninger, energieffektivisering og bedre oppvarmingssystemer. En studie utført av Vestlandsforskning viser at energibruken per kvadratmeter i husholdningene ble redusert med 14 prosent fra 1990 til 2009. I kapitlet om husholdningenes energibruk beskrives dette nærmere. Det er foreløpig gjort få studier av samlede effekter av energieffektivisering i yrkesbygg. Enova har imidlertid gitt tilskudd til mange energieffektiviseringsprosjekter som har bidratt til lavere energibruk i yrkesbygg.

Bygningsmessige tiltak har effekt så lenge bygget står, og energieffektivt oppvarmingsutstyr har effekt så lenge utstyret fungerer. Tiltak i bygningsmassen vil dermed gi redusert energibruk i lang tid etter at tiltaket er gjennomført.

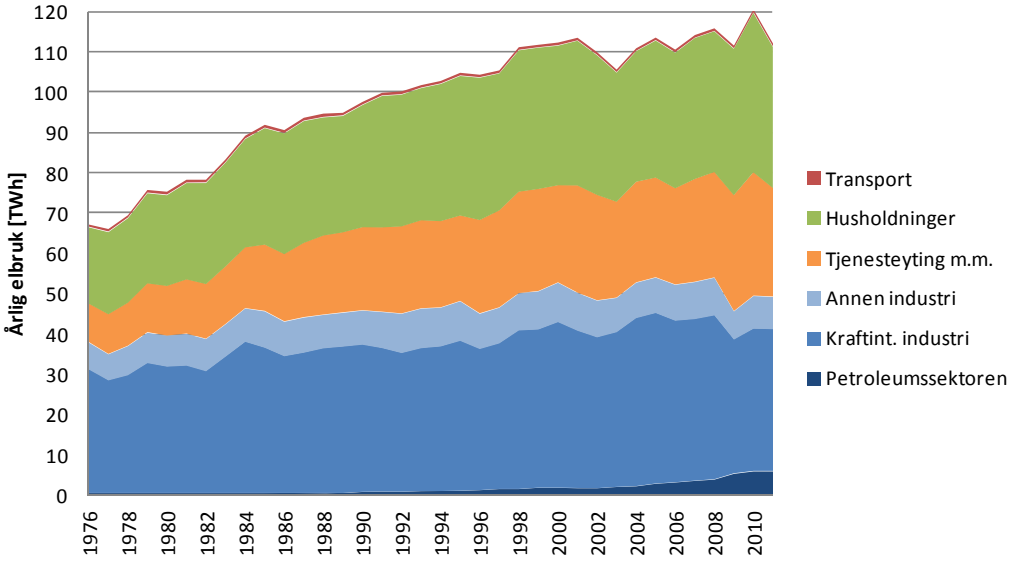
2.3.2 Bruken av elektrisitet flater ut

Over 70 prosent av stasjonær energibruk i Fastlands-Norge blir dekket av elektrisitet. Energieffektiviseringstiltakene nevnt i forrige kapittel har bidratt til at bruken av elektrisitet har flatet ut siden slutten av 1990-årene. I tillegg har mildere klima og overgang til andre energivarer ført til lavere bruk av elektrisitet til oppvarming.

Nedleggelse av flere kraftintensive bedrifter har også bidratt til at elektrisitetsbruken i Fastlands-Norge har flatet ut. Elektrisitetsbruk i industrien har blitt redusert med flere TWh de siste ti årene.

Den eneste sektoren i Fastlands-Norge med en markant vekst i elektrisitetsbruken er petroleumssektoren. Her har forbruket økt fra i underkant av 1 TWh i 1995 til 6 TWh i 2011. Dette har sammenheng med elektrifisering av anlegg og plattformer innenfor petroleumsindustrien.

Utvikling i samlet elektrisitetsbruk i Fastlands-Norge illustreres i Figur 2.4. Mens det fra 1976 til 1998 var en årlig vekst i elektrisitetsbruken på 1,7 prosent, har det fra 1998 til 2011 vært en årlig vekst på 0,1 prosent. I 1998 var nettoforbruket av elektrisitet i Fastlands-Norge på 110,7 TWh, mens det i 2011 var på 112,3 TWh. Figur 2.4 viser at årlig elektrisitetsbruk i Fastlands-Norge har holdt seg på et nivå i overkant av 110 TWh siden slutten av 1990-årene, med unntak av 2010 da forbruket var oppe i 120 TWh på grunn av de kalde vintermånedene.



Figur 2.4 Elektrisitetsbruk i Fastlands-Norge etter sektor. Kilde NVE / (SSB, 2012)

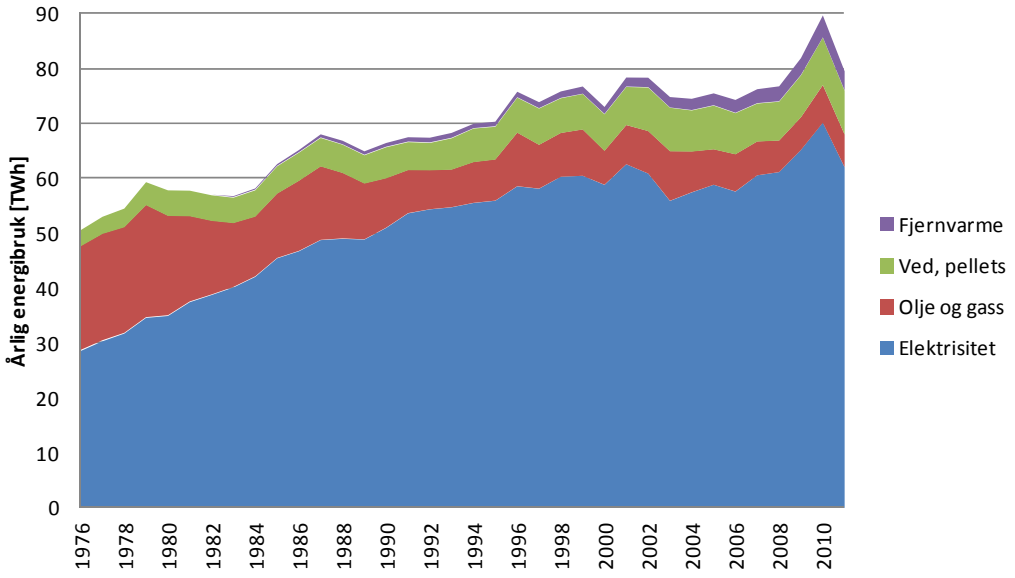
2.3.3 Utetemperatur betyr fortsatt mye for energibruk i bygninger

Selv om energieffektivisering og bedre oppvarmingssystemer har bidratt til å dempe veksten i energibruk i husholdninger og tjenesteytende næringer, påvirkes fortsatt energibruken i disse sektorene mye av utetemperaturen. To tredjedeler av energibruken i husholdningene, og rundt 40 prosent av energibruken i yrkesbygg, går til oppvarming av rom og 2010 viste at energi til oppvarming øker kraftig når utetemperaturen synker.

Hovedgrunnen til den kraftige oppgangen i energibruken i 2010 og nedgangen i 2011 var variasjoner i utetemperatur. I 2010 var det to svært kalde perioder innenfor samme året. Både de første og de siste månedene i 2010 var langt kaldere enn normalt for denne årstiden. De tre første månedene av 2011 var også kaldere enn gjennomsnittet. Resten av året ble til gjengjeld svært mildt i det meste av landet.

Energibruk i årene 2010 og 2011 har vist at forskjellen i energibruk mellom et varmt og kaldt år kan være opp mot 9 TWh for den samlede bygningsmassen i Norge. Det vil si energibruk både i boliger og yrkesbygg.

Figur 2.5 viser en oversikt over energibruk i husholdninger og tjenesteytende næringer siden 1976. Den illustrerer hvor kraftig utslag et kaldt år har på energibruken i disse sluttbrukergruppene. Etter en markert topp i 2010 går energibruken tilbake til det langsiktige nivået som er i underkant av 80 TWh[5] i 2011.



Figur 2.5 Energibruk etter vare i husholdninger og tjenesteytende næringer. Kilde NVE / (SSB, 2012)

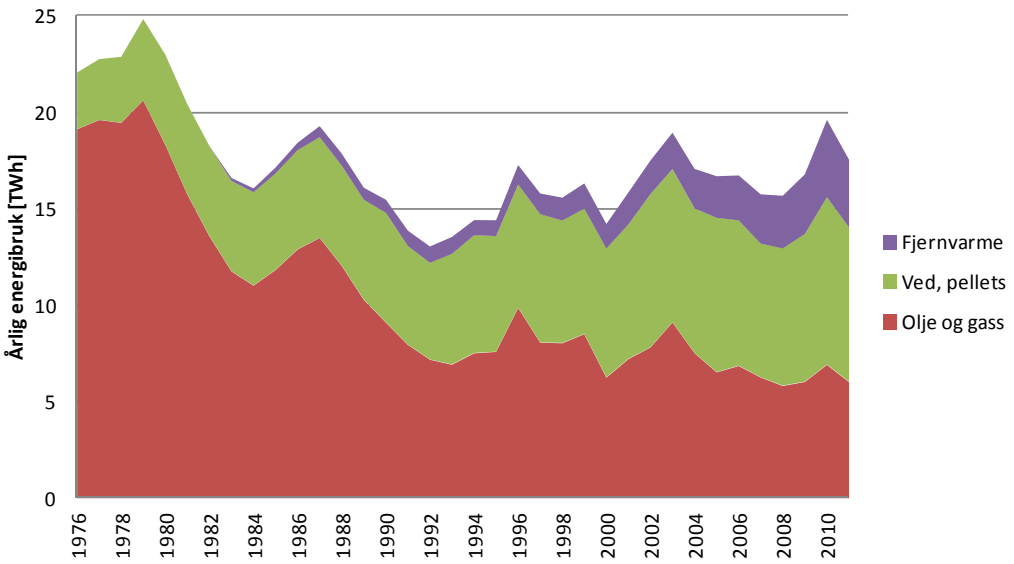
Utetemperatur påvirker også hvor mye som brukes av ulike typer energivarer. Elektrisitet blir brukt både til elektriske apparater, belysing og oppvarming i boliger og yrkesbygg, mens andre energivarer som fyringsolje, ved, pellets og fjernvarme bare blir brukt til oppvarming. Dette betyr at bruken av fjernvarme, bioenergi, fyringsolje og fyringsparafin

[5] Dette inkluderer ikke industribygg. SSBs industristatistikk viser en nedgang i energibruk i industribygg fra 2010 til 2011.

i bygninger er enda mer påvirket av utetemperatur enn elektrisitet. Mens bruken av elektrisitet økte med sju prosent fra 2009 til 2010, økte bruken av bioenergi (ved og pellets) og fossile energivarer med 15 prosent og bruken av fjernvarme med hele 30 prosent. I 2011 gikk salget av ved, fyringsparafin og fyringsolje ned igjen med 20 prosent.

Utvikling i bruken av fjernvarme, bioenergi, olje og gass i husholdninger og tjenesteytende næringer er illustrert i Figur 2.6. Figuren viser at mens bruken av fossile energivarer har gått ned siden 1970-tallet, har bruken av ved, pellets og fjernvarme økt. Dette har sammenheng med at mange olje- og gasskjeler er erstattet med biokjeler eller er blitt tilknyttet fjernvarmenettet. Det blir brukt mest fjernvarme i yrkesbygg innenfor tjenesteytende næringer, mens det meste av veden blir brukt i husholdningene.

Figur 2.6 viser i tillegg at bruken av fyringsolje, fjernvarme og bioenergi gikk kraftig opp i de kalde årene 1996, 2002/2003 og 2010. Dette kommer av at det i år med kalde vintre er behov for mye energi til oppvarming og at det i en del bygg ikke er nok med bare elektrisk oppvarming.



Figur 2.6 Bruk av fjernvarme, olje og bioenergi i husholdninger og tjenesteyting. Kilde NVE / (SSB, 2012)

I tillegg til utetemperatur påvirker prisen på de ulike energivarene hvor mye som blir brukt av hver enkelt energivare. Når prisen på elektrisitet går opp, vil noe elektrisitet bli erstattet av ved og fyringsolje. Dette var ekstra tydelig høsten 2002 og våren 2003 da prisen på elektrisitet økte kraftig på grunn av en tørr høst i 2002. Høy pris på elektrisitet vinteren 2009/2010 og vinteren 2010/2011 ga samme utvikling.

Dette viser at termiske energivarer som ved, fjernvarme og fyringsolje betyr mye for å dekke oppvarmingsbehovet kalde vintrer, samtidig som de er viktige alternativer til elektrisitet.

3 Energibruk i husholdninger

Etter mange år med sterk vekst har energibruken i husholdningene etter 1990 hatt en svakere vekst. Fra 1995 har energibruken i husholdningene nærmest flatet ut. Dette skyldes i hovedsak redusert vekst i areal per person og mer effektiv bruk av energi. Ny kunnskap om hvordan vi bruker energien i husholdningene gir oss oppdatert informasjon om formålsfordelingen av energibruken. Nye studier viser blant annet at andel energi som brukes til oppvarming av rom er større enn antatt.

En husholdning defineres i denne sammenheng som en eller flere personer som bor sammen i samme bolig. Det kan bo flere husholdninger i en og samme bolig, for eksempel i tomannsboliger og blokker.

I dette kapitlet blir viktige temaer knyttet til husholdningene gjennomgått. Først omtales den historiske utviklingen og den senere utflatingen av energibruk, før det gis en forklaring på utflatingen. Dernest beskrives viktige drivere og hvordan energibruken fordeler seg innenfor den enkelte husholdning. Oppvarmingsløsninger omtales mer inngående og avslutningsvis redegjøres det for adferd knyttet til energibruk og mulige tiltak for å redusere energibruken.

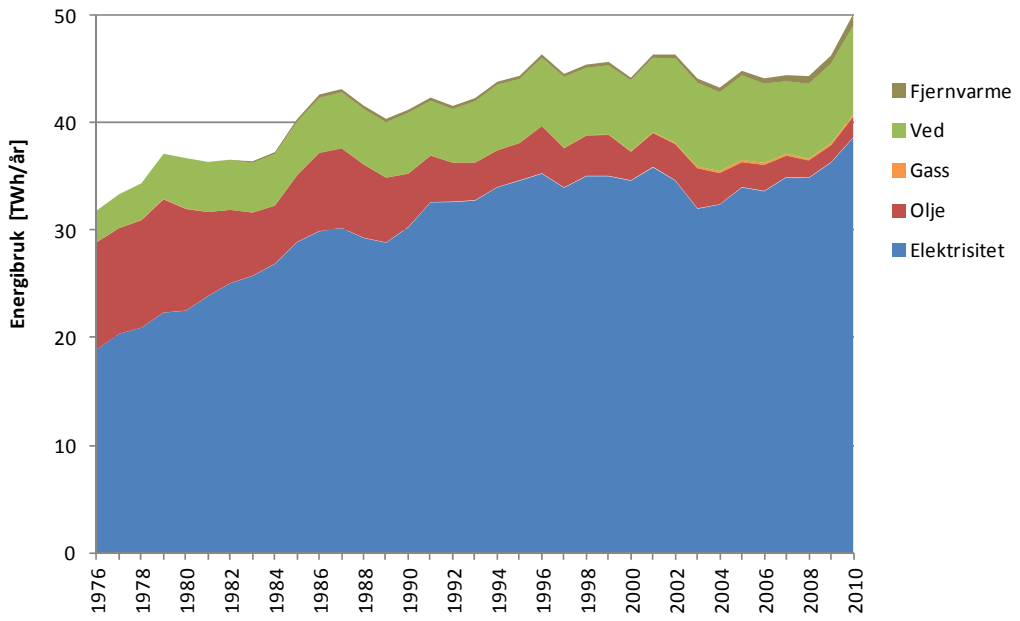
I 2011 fokuserte NVE på å øke kunnskapen om energibruk i husholdningene, og tok derfor initiativ til to supplerende studier. Den ene studien, utført av Vestlandsforskning, ser nærmere på grunner til utflatingen av den totale energibruken i husholdningssektoren de siste 15-20 årene. (Vestlandsforskning, 2011). Den andre ble gjennomført av Xrgia og TNS Gallup, og omhandler den elspesifikke (elektrisitetsspesifikke) delen av energibruken i husholdningene (Xrgia, 2011).

3.1 Utflating av energibruk i husholdningene

Figur 3.1 viser hvordan årlig sluttbruk[6] av energi i husholdningene nærmest har flatet ut siden midten av 1990-tallet etter en kraftig økning frem mot 1990. Energibruken har de siste ti årene ligget på ca 44 – 46 TWh. Året 2010 var et unntak, med en energibruk på ca 50 TWh. Dette året var særlig kaldt med kuldeperioder både i starten og på slutten av året. Foreløpige tall tyder på at energibruken i 2011 går tilbake til den utflatende trenden.

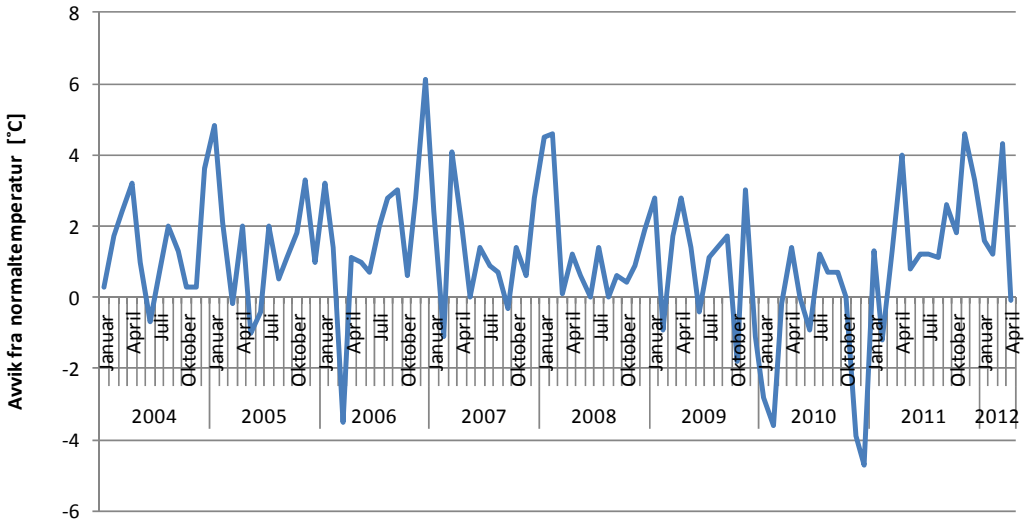
Det har vært en gradvis endring i sammensetningen av energivarer i husholdningene. Figur 3.1 viser at det siden 1976 har vært en økning i bruk av elektrisitet og ved, samtidig som oljebruken har blitt redusert. Grunnen er en gradvis utfasing av oljekjeler og parafinkaminer som følge av oljekrisen på 1970 tallet, høyere oljepriser og samtidig gradvis overgang til panelovner og varmepumper. I tillegg har fyring med ved blitt mer og mer vanlig, og det har vært en stor økning i antall rentbrennende vedovner i husholdningene.

[6] Med sluttbruk menes energi til lys, apparater og varme.



Figur 3.1 Energibruk i husholdningene 1976 til 2010. (SSB, 2012)

Figur 3.2 forklarer hvorfor energibruken i 2010 var særlig høy. Grafen viser avvik fra normaltemperatur i Norge. I 2010 var det to kuldeperioder, mot normalt én. Både perioden januar og februar, og perioden november og desember var veldig kalde. Det vises av de to lave punktene på kurven i 2010. Energibruken ble derfor mye høyere dette året enn de foregående årene. 2011 var et varmt år, og energibruken gikk da tilbake til den tidligere trenden.



Figur 3.2 Avvik fra normaltemperatur, månedlige tall. Norge. (MET, 2012)

3.2 Hva påvirker energibruken i husholdningene?

Energibruken i husholdningene påvirkes både på kort sikt og lang sikt av en rekke faktorer, kalt drivere for energibruk. Noen av disse driverne er endringer i utetemperatur og hvor mye areal vi bor på. Befolkningsutvikling er også en viktig driver fordi den har stor betydning for utvikling i arealbruk.

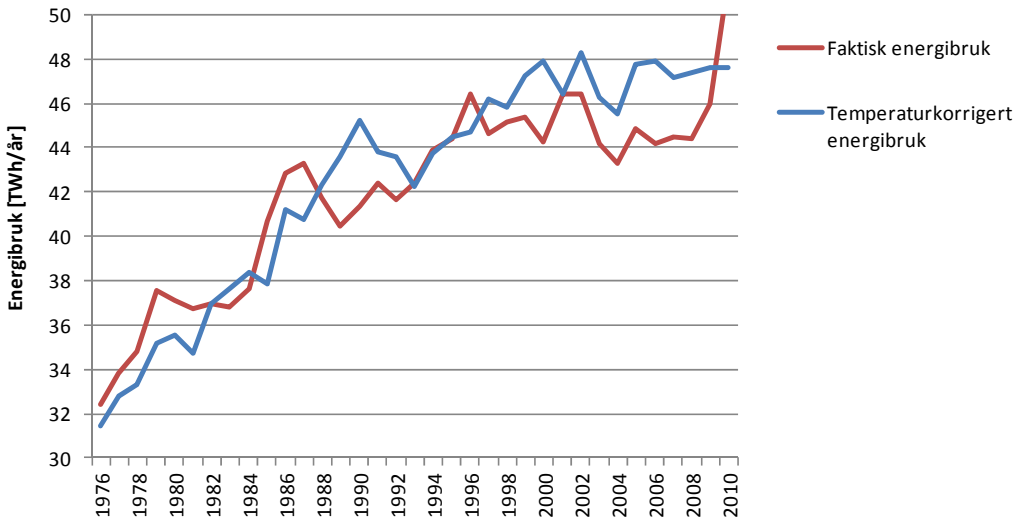
Temperaturkorrigert energibruk

Med temperaturkorrigert energibruk menes energibruk justert for svingninger i utetemperatur.

Energibruk til oppvarming og kjøling av rom er såkalt temperaturavhengig, det vil si at energibehovet varierer med utetemperaturen. I kalde år vil for eksempel energibruken være høyere enn i år med normaltemperatur, og omvendt i varme år.

Når energibruken temperaturkorrigeres, justeres det for disse svingningene i utetemperatur. Resultatet er en energibruk slik den ville vært dersom temperaturen var normal det året.

Utflatingen av energibruken i husholdningene de siste 20 årene er vist i Figur 3.3, som viser både faktisk og temperaturkorrigert energibruk. Den årlige veksten i temperaturkorrigert energibruk var på kun 0,15 prosent i perioden fra 1990 frem til i dag, mens det mellom 1976 og 1990 derimot var en årlig vekst på mer enn tre prosent i den temperaturkorrigerte energibruken. 2010 var som tidligere beskrevet et kaldt år med flere kuldeperioder og hadde derfor høy energibruk, men når det korrigeres for kulde, går også 2010 inn i en relativt flat trend i energibruksutviklingen.



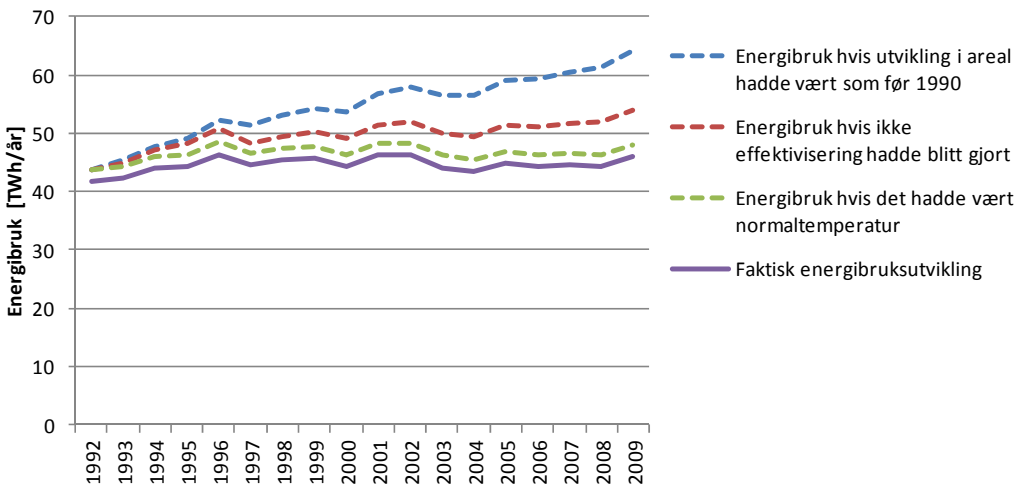
Figur 3.3 Utvikling av samlet energibruk i husholdningene. (MET, 2012) (SSB, 2012)

En analyse utført på oppdrag fra NVE, viser at utflatingen i energibruken i husholdningene kan ha tre hovedårsaker (Vestlandsforskning, 2011):

- Vekst i boligareal per person har blitt redusert de siste årene. Dette har ført til at økningen i energibruk også reduseres. Energibruk henger tett sammen med arealbruk, og mindre vekst i boligareal per person gir mindre vekst i energibruk per person.
- Økningen i energibruk har blitt redusert fordi energieffektivisering og bedre oppvarmingssystemer gjør at vi bruker mindre energi per kvadratmeter per år (kWh/m^2/år). Reduksjonen i energibruk per kvadratmeter er satt sammen av flere faktorer, som blir beskrevet i kapittel 3.2.2.
- Energibruken har blitt redusert som følge av endret klima med høyere utetemperaturer. Dette har ført til et lavere oppvarmingsbehov og en lavere energibruk per kvadratmeter. Se faktaboks om temperaturkorrigering av energibruk.

Disse tre hovedårsakene er illustrert i Figur 3.4. Den nederste lilla linjen viser faktisk energibruk 1992-2009. Effekten av ulike faktorer adderes i figuren. Den grønne stiplede linjen viser hva energibruken omtrentlig ville vært hvis vi hadde hatt normaltemperatur i perioden. Den røde stiplede linjen viser hva energibruken hadde vært dersom det i tillegg ikke hadde vært noen form for effektivisering i perioden. Den øverste blå stiplede linjen viser hva energibruken hadde vært dersom det i tillegg hadde vært en arealvekst per person som før 1990. Den blå stiplede linjen viser også den adderte effekten av de tre hovedårsakene.

Gapet mellom linjene illustrerer hvor mye effekten av hver årsak utgjør. Figuren viser at redusert vekst i areal er den faktoren som bidrar mest til utflatingen i energibruk, da gapet mellom blå og rød linje er det største. Hvordan hver av disse tre hovedårsakene påvirker energibruken i husholdningene er nærmere beskrevet i de følgende underkapitlene.



Figur 3.4 Illustrasjon av faktorer som har bidratt til utflating av energibruk i husholdningene.

3.2.1 Redusert vekst i areal per person betyr mye for energibruken

Folketallet i Norge har hatt en høyere vekst etter 1990 enn tidligere. Ut fra det kunne det forventes en økning i arealet og i energibruken i husholdningssektoren, men en del av den forventede veksten i energibruken har blitt bremset på grunn av lavere arealvekst enn tidligere.

Tabell 3.1 viser hvordan veksten i boligareal per husholdning og per person avtok i perioden etter 1990, særlig etter 2000. Merk at det er *vekst* i areal som avtar, og ikke totalarealet. Den reduserte veksten i arealet kan skyldes flere faktorer; det bygges relativt flere leiligheter enn eneboliger og rekkehus, en økende grad av urbanisering medfører mindre boenheter, det er en sterk etterspørsel etter boliger, og boligprisene har vært sterkt økende.

Tabell 3.1 Utvikling i boligareal per person og per husholdning, årlig vekst i prosent. Kilde: SSB

	1973-1990	1980-1990	1990-2009
Vekst i boligareal per husholdning	1,3 %		0,4 %
Vekst i boligareal per person		2,5 %	1,0 %

Dersom veksten i areal i perioden 1990 – 2009 hadde fortsatt som før 1990, ville boligareal per husholdning og per person vært vesentlig høyere i dag. Dette ville igjen ført til en adskillig høyere energibruk totalt i husholdningene. Redusert vekst i arealbruk per person har med andre ord bidratt betydelig til å dempe veksten i energibruk i husholdningene.

3.2.2 Mindre energi per kvadratmeter reduserer total energibruk

På begynnelsen av 1990-tallet var energibruk per kvadratmeter (m^2) i husholdningene i gjennomsnitt ca. 210 kWh/m^2. I dag er tilsvarende tall ca. 180 kWh/m^2, en reduksjon på 14 prosent. Dersom vi hadde brukt like mye energi per kvadratmeter i dag som på begynnelsen av 1990-tallet, ville vi hatt en betraktelig høyere energibruk i husholdningene i dag.

Nedgangen i energibruk per kvadratmeter skyldes en rekke faktorer, hvor de viktigste er forbedringer i eksisterende boliger som følge av rehabilitering, samt bedret kvalitet på nye bygg som følge av skjerpede krav i bygningsregler. I tillegg har det vært en forbedring i teknologi, blant annet innen oppvarming av varmtvann og for oppvarming av boliger. Oljefyrer, parafinovner og gamle ineffektive vedovner har gradvis blitt faset ut og erstattet av mer effektiv oppvarmingsteknologi, slik som panelovner, nye vedovner og varmepumper.

Vestlandsforskning forklarer den påviste forbedringen i energibruk per kvadratmeter med fem faktorer (Vestlandsforskning, 2011).

Faktorer som bidrar til å trekke energibruk per kvadratmeter nedover:

Forbedring av eksisterende bygg: Nordmenn oppgraderer stadig husene sine. Dette innebærer alt fra å skifte kjøkkeninnredning til skifte av vinduer eller bedre isolering. Det brukes store summer hvert år på oppussing, og tall fra Prognosesenteret viser at ca. 19 prosent av disse investeringene går til energirelaterte tiltak, som for eksempel å bytte

vinduer og isolere vegger. Undersøkelsene deres viser for øvrig at folk ikke først og fremst gjør disse tiltakene av energihensyn, men i hovedsak fordi det er nødvendig eller er en del av en annen oppussing (Prognosesenteret, 2012).

Varmepumper: Varmepumper gir et viktig bidrag til nedgangen i energibruk. Beregninger viser at varmepumpene bidrar til en årlig nedgang i energibruk på mellom 1,8 og 2,9 TWh.

Bedre oppvarmingssystemer: En del husholdninger har byttet oppvarmingsteknologi fra oljekjeler og parafinovner til panelovner og varmepumper. I tillegg har mange gamle vedovner blitt erstattet av mer effektive vedovner og varmepumper. Denne endringen i oppvarmingsteknologi har ført til vi bruker energien til oppvarming mer effektivt, og dermed reduserer tap av energi til oppvarming.

Innføring av TEK87 og TEK97[7] + riving: Nye Byggetekniske forkrifter (TEK) bidrar til redusert energibruk per kvadratmeter. Forskriftene gjelder ved oppføring av nye bygg og ved omfattende rehabilitering av eksisterende bygg. Innstramminger i TEK er særlig viktig for nye bygg, fordi det bidrar til at de bygges med et redusert energibehov. Nye bygg skal stå lenge, og det er derfor veldig viktig at de bruker så lite energi som mulig.

Varmt vann: Bruk av nye varmvannstanker med bedre isolasjon og bruk av sparedusjer bidrar til å redusere energibruk til oppvarming av tappevann i husholdningene.

Faktorer som derimot bidrar til å trekke energibruk per kvadratmeter oppover:

Elektrisk utstyr: Energibruk til apparater og utstyr kalles gjerne elspesifikk energibruk. Dette fordi disse apparatene bare kan drives med elektrisitet og ikke for eksempel med biobrensel. Betegnelsen gjelder all energibruk til hvitevarer, underholdningsapparater som TV/media og belysning. Husholdningene får stadig flere underholdningsapparater, samtidig som de nye apparatene blir mer effektive. Derfor bruker vi noe mer energi til dette formålet enn tidligere. Mer om dette i kapittel 3.3.2.

Fellesforbruk i blokker: Nye bygningsregler har krav som fører til ny energibruk. Dette er for eksempel energi til drift av heiser, ventilasjonssystem og andre fellesfunksjoner som kreves i nye blokker. De siste årene har energibruken til fellesformål i blokker økt.

Usikker faktor på grunn av manglende data:

Innetemperatur: Innetemperaturen i en bolig har stor påvirkning på energibruken i husholdningen. Noen graders økning i innetemperaturen vil bidra til å øke energibruken betydelig. Dessverre finnes det ikke gode nok historiske data på dette, og det er derfor ikke mulig å si om innetemperatur har bidratt til en oppgang eller nedgang i energibruken i husholdningene.

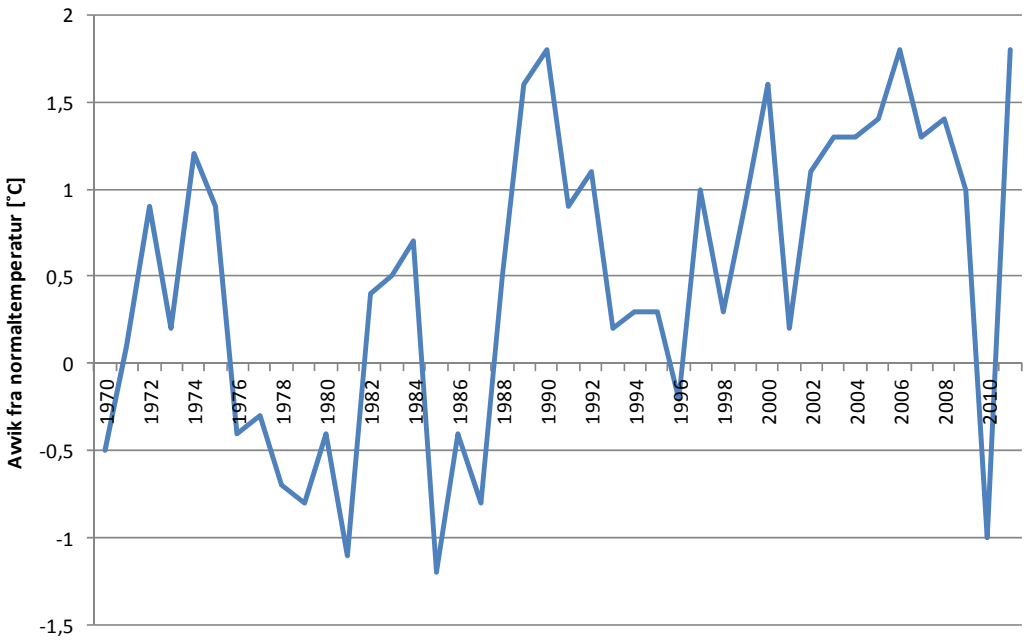
[7] Byggteknisk forskrift 1987 og 1997

3.2.3 Høyere utetemperaturer gir redusert energibruk til oppvarming

Det er observert en endring i klimaet siden slutten av 1980-tallet. Dette er illustrert i Figur 3.5 hvor linjen viser avvik fra normaltemperaturen i Norge. Figuren viser en stigning i temperaturen på slutten av 1980-tallet. Høyere utetemperaturer fører til at husholdningene kan oppnå ønsket innetemperatur med bruk av mindre energi. NVEs beregninger viser at høyere utetemperatur fra slutten av 1980-tallet fram til i dag gir en total reduksjon i energibruken i husholdningene i Norge på 2-3 TWh/år.

Normaltemperatur

Normaltemperatur er et begrep som brukes om en gjennomsnittstemperatur beregnet for en 30-års periode. Gjeldende normaltemperatur er beregnet på grunnlag av årene 1961 - 1990.



Figur 3.5 Avvik fra normaltemperatur, årlige tall. Norge. (MET, 2012)

3.3 Hva bruker husholdningene energien til?

Husholdningene bruker energi til tre hovedformål: Å varme opp rommene i boligen (romoppvarming), varme opp tappevann og elspesifikk energibruk (elektrisk utstyr og belysning). Oppvarming av rom kan dekkes av ulike energivarer og ulike teknologier, slik som vedovn, varmepumper, panelovn oljefyr og pelletskamin. Varmt tappevann kan fremskaffes for eksempel via elektrisk varmtvannsbereder, fjernvarme, varmepumpe, solvarme, biokjel og lignende. Elspesifikt forbruk omfatter elektrisitet til elektriske apparater og belysning. Elektriske apparater kan bare drives av elektrisitet, og denne

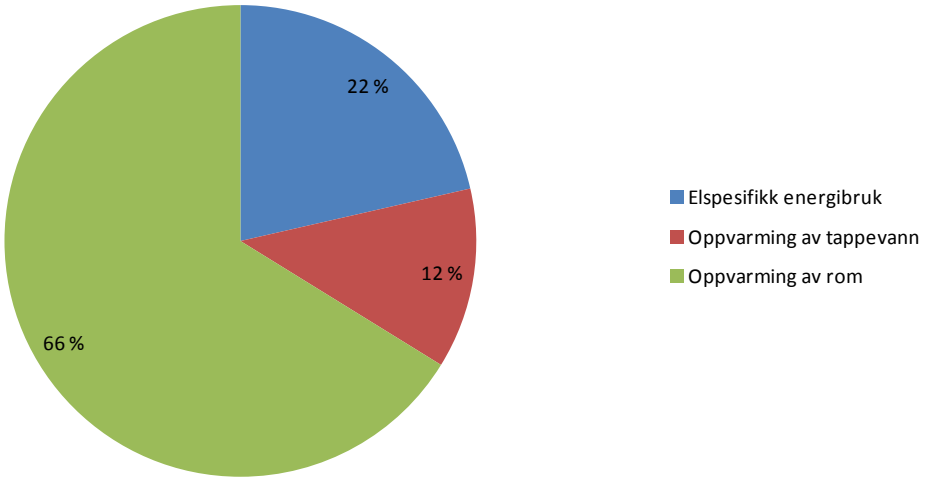
energibruken kalles derfor ofte elspesifikk energibruk. Elektriske apparater omfatter hvite- og brunevarer, data- og underholdningsapparater, belysning med mer.

Fokuset på mulighetene for å effektivisere energibruken i boliger har økt. Kunnskap om hvordan energibruken i boligene fordeler seg til ulike formål er viktig for å kunne utforme riktige virkemidler i forhold til husholdningenes energibruk. Spesielt viktig er skillet mellom de formålene som kun kan dekkes av elektrisitet og oppvarmingsformålene som kan dekkes av både elektrisitet og andre energivarer, som fjernvarme, ved, omgivelsesvarme og oljeprodukter.

3.3.1 Energi til ulike formål i husholdningene

Den mest vanlige overordnede inndelingen av formål er oppvarming av rom og tappevann, og elspesifikk energibruk. Dette omtales ofte som formålsfordeling. I det følgende gis en sammenstilling av hvordan formålsfordelingen antas å være, basert på resultater fra viktige nordiske prosjekter som har hatt som mål å gi et godt bilde av formålsfordelingen.

Energibruk i norske husholdninger er ca. 21 000 kWh/år (SSB, 2011). Av dette er det grunn til å anta at ca. 4500 kWh/år er elspesifikt, hvorav 1000 kWh er belysning. Tappevann trekker ca. 2600 kWh/år, og de resterende 13 900 kWh er oppvarming. Med disse antakelsene blir formålfordelingen av energibruk i husholdningene som vist i Figur 3.6.



Figur 3.6 Formålsfordeling av energibruk i husholdningene.

Tallene i figuren baserer seg på en vurdering av studier fra Norge og andre nordiske land. I de følgende avsnittene beskrives disse studiene nærmere.

Resultater fra ulike nordiske studier

Det er gjennomført studier eller målinger av elspesifikt forbruk i flere nordiske land. Resultatene fra disse undersøkelsene peker mot elspesifikt forbruk per husholdning på ca. 4 500 kWh/år. Dette er inkludert apparater, belysning og elektrisitet til drift av teknisk utstyr. En oversikt over resultater fra noen av studiene er vist i Figur 3.8 og utdypet i kapittel 3.3.2. Vi går her nærmere inn på prosjekter hvor elspesifikt forbruk er kartlagt, og beskriver nærmere hvordan de bidrar til å danne et bilde av formålsfordelingen.

I 2011 fikk NVE gjennomført et prosjekt som kartla **bruk av elektrisitet til elspesifikke formål i husholdningene** (Xrgia, 2011). I følge studien var den gjennomsnittlige elektrisitetsbruken til apparater i husholdningene ca. 4 000 kWh/år. Studien dekket det meste av apparater, men inkluderte ikke all elektrisitetsbruk til vifter og pumper. Elektrisitet til belysning var inkludert, men her er det rimelig å tro at det er underrapportert. Vi antar derfor at det reelle tallet for elektrisitetsbruk ligger over 4 000 kWh/år. Studien er utdypet i kapittel 3.3.2. Varmtvann var ikke inkludert i denne studien.

SINTEF Energi leder et forskningsprosjekt kalt **ElDeK**[8] (SINTEF), der elektrisitetsbruk i husholdninger måles. Tallene fra denne studien er foreløpige, og begrenser seg i hovedsak til eneboliger med elektrisk oppvarming. Deres foreløpige tall viser at ca. 2 000 kWh brukes til belysning og ca. 3 600 kWh til elspesifikt forbruk. Elektrisitetsbruk til elspesifikke formål summerer seg dermed her til ca. 5 600 kWh/år. I tillegg viser studien at ca. 2 300 kWh brukes til vannoppvarming. Den totale elektrisitetsbruken i disse boligene ble målt til ca. 24 000 kWh/år. I tillegg kommer andre energivarer, men disse er ikke målt. Den totale energibruken i disse boligene kan derfor være høyere enn 24 000 kWh/år.

Utvalget i denne studien er ikke representativt for alle boliger i Norge, siden det er elektrisitetsbruk i eneboliger, altså de *største* boligtypene som er målt. Dette utvalget har derfor en høyere energibruk enn gjennomsnittet av boliger i Norge. Det elspesifikke forbruket på 5 600 kWh utgjør en andel på ca. 24 prosent av 24 000 kWh/år. Denne prosentandelen vil bli lavere hvis totaltallet for energibruk økes som følge av at flere energivarer inkluderes i totaltallet. Ettersom tallene fra **ElDeK** gjelder større boliger er det grunn til å anta at elspesifikk energibruk for en gjennomsnittsbolig ligger en del under 5 600 kWh/år.

Målinger av energibruk i hundre norske husholdninger ble publisert i 2009 i prosjektet **REMODECE** (SINTEF, 2009). Dette prosjektet gjennomførte målinger på apparater i hundre husholdninger. Måleresultatene ble vektet i forhold til husholdningene i Norge, og resultatene viste at gjennomsnittsbruk til apparater var ca. 2 500 kWh/år og belysning ca 1000 kWh/år, - til sammen ca. 3 500 kWh/år. Gjennomsnittshusholdningene i Norge i 2006 brukte ca. 21 500 kWh/år (SSB, 2011). Det gir en elspesifikk andel av energibruken på ca. 16 prosent.

I tillegg målte prosjektet varmt tappevann til å utgjøre ca. 3 000 kWh/år hos de som hadde varmtvannsbereder. Ca. 85 prosent av husholdningene har varmtvannsbereder, og energibruk per gjennomsnittshusholdning ble da i deres studie ca. 2 500 kWh/år. Husholdningene som ikke har bereder kan antas å være husholdninger i blokk med felles

[8] ElDeK er forkortelse for ElectricityDemand Knowledge

varmtvannsforsyning, noe som også bruker energi. Gjennomsnitt energibruk per husholdning til varmtvann vil dermed ifølge disse tallene trolig ligge mellom 2 500 og 3 000 kWh/år.

Vestlandsforskning har gjennomført en analyse av energibruk i husholdningene (Vestlandsforskning, 2011). I analysen har de tatt utgangspunkt i tidligere studier (SINTEF, 2009) (Zimmermann, 2009), (Kofod, 2005), (IT Energy, 2008) og beregnet at elektrisitetsbruk til apparater i norske husholdninger er 3 800– 4 300 kWh/år. Av dette går ca. 950 – 1 450 kWh/år til belysning, ca. 1 550 kWh/år brukes i hvitevarer, og til elektronikk og småapparater brukes ca. 1 300 kWh/år. For en gjennomsnittlig husholdning med energibruk i 2009 på ca. 21 000 kWh/år utgjør dermed det elspesifikke forbruket ca. 18-20 prosent.

I tillegg beregnet Vestlandsforskning fellesfunksjoner som vifter og pumper til å utgjøre i gjennomsnitt ca. 500 kWh/år per husholdning. De gjorde dessuten en beregning av energibruk til varmtvann basert på tall fra Høiax og OSO Hotwater, samt en vurdering av endringer i dusj- og vaskevaner. De kom frem til at oppvarming av tappevann utgjør ca. 2 900 kWh/år.

I **Finland** ble det i 2006 gjennomført et måleprosjekt om husholdningenes elektrisitetsbruk til apparater (Rouhiainen, 2009). Prosjektet kartla elspesifikt forbruk til å være ca. 4 200 kWh/år. Bruken av hvitevarer og småelektriske apparater summerte seg til ca 2 700 kWh/år, og det ble brukt ca. 1000 kWh/år til belysning. I tillegg til dette ble det registrert noe elektrisitetsbruk til sauna, bilvarmer, elektrisk gulvvarme og vifter og pumper. Måleprosjektet oppgir ikke total energibruk per husholdning, men ifølge tall fra en annen kilde (Odyssée) hadde finske husholdninger en energibruk på ca. 24 000 kWh/år i 2006. Det elspesifikke forbruket utgjør dermed 18 prosent av den totale energibruken.

En annen finsk studie utført i 2011 (Statistics Finland, 2011) viser at den totale energibruken i husholdningene er ca 61[9] TWh, hvorav ca 10 TWh er elspesifikt, ca 44 TWh oppvarming og ca 7,2 TWh varmtvann. Disse tallene gir en elspesifikk andel på ca 16 prosent, oppvarming av rom ca 72 prosent og oppvarming av varmtvann ca 12 prosent.

I Danmark er det utviklet en analysemodell som heter **ELMODEL-bolig**. Bak denne modellen ligger data fra målinger og undersøkelser av elektrisitetsbruk i de enkelte apparater i husholdningene, sammenstilt i en rapport (IT Energy, 2008). De danske tallene viser en årlig elektrisitetsbruk på ca. 2 700 kWh/år til apparater. Belysning kommer i tillegg til dette. Dette prosjektet kom dessuten til at elektrisitetsbruk til varmtvannsberedere ligger mellom. 1 900 og 2 700 kWh/år, avhengig av alder på berederen. Dette prosjektet oppgir ikke total energibruk per husholdning, men ifølge tall fra en annen kilde, (Odyssée) hadde danske husholdninger en energibruk på ca. 21 500 kWh/år i 2006. Elspesifikt forbruk utgjør dermed mellom 21 og 25 prosent av total energibruk.

Energimyndigheten i Sverige har gjennomført de mest omfattende målingene vi kjenner til. I 2006-2007 målte de energibruken i 200 småhus, herunder frittstående eneboliger, rekkehus og kjedete hus og 200 leiligheter (såkalte flerbostadshus). Resultatene fra Energimyndighetens målinger viser at elspesifikt forbruk er 5 100 kWh/år i småhus, og

[9] Fratrukket fritidsboliger

3 000 kWh/år i leiligheter (Bennich). I en gjennomsnittsbolig er elspesifikk bruk ca. 4 100 kWh/år. Dette måleprosjektet oppgir ikke total energibruk per husholdning, men ifølge tall fra en annen kilde (Odyssée) hadde svenske husholdninger en energibruk på ca. 21 200 kWh/år i 2006-2007. Dette tyder på at elspesifikt forbruk utgjør 19 prosent av total energibruk.

Sverige har i tillegg jevnlige undersøkelser av energibruk i husholdningene. Tabell 3.2 viser nasjonale gjennomsnittstall for Sverige. De siste to kolonnene angir prosentvis fordeling på elspesifikk energibruk og termisk energibruk (oppvarming av boligen og tappevann). Tabellen viser at elspesifikt forbruk i svenske småhus og leiligheter ligger på henholdsvis ca. 24 prosent og 20 prosent av den årlig tilførte energimengden (Energimyndigheten, 2007).

Tabell 3.2 Fordeling av elspesifikt og termisk energibruk i Sverige. Kilde: Energimyndigheten[10]

Boligtype	Energibruk/år [kWh/år]	Elspesifikt [kWh/år]	Oppvarming [kWh/år]	Andel elspesifikt	Andel oppvarming
Småhus	26 200	6 300	18 600	24 %	76 %
Leilighet	14 200	2 800	11 500	20 %	80 %

En sammenligning av svensk og norsk statistikk viser at gjennomsnittlig energibruk i husholdningene er omtrent lik i de to landene. Tall fra SSB viser at også energibruk per person i svenske og norske husholdninger er tilnærmet likt, nesten 10 000 kWh/person. Fordeling av areal på småhus og leiligheter er forskjellig, idet Norge har en større andel småhus. Fordelingen mellom elektrisitet og andre energibærere er også ulik i de to landene. Det brukes betydelig mindre elektrisitet til oppvarming i Sverige enn i Norge.

Det er ikke noe som tyder på at det er store forskjeller i formålsfordelingen mellom Sverige og Norge. Svenske husholdninger kan ha høyere forbruk til oppvarming siden de bruker flere energivarer og oppvarmingssystemer som gir lavere virkningsgrad enn direkte bruk av elektrisitet, slik som for eksempel fjernvarme. Det elspesifikke forbruket antas likevel ikke å være tilsvarende forskjellig. Det kan være noe mer bruk av elektrisitet til belysning i Norge i vinterhalvåret og noe forskjellig beholdning av elektrisitetsbrukende apparater, og ulik adferd kan spille en viss rolle. Men dette antas ikke å utgjøre veldig store forskjeller.

Oppsummering av formålsfordeling:

Det er ikke mulig å gi en eksakt konklusjon på hva formålsfordelingen er. Ulike metoder gir varierende resultater, og det er ikke mulig å si med full sikkerhet hva den korrekte fordelingen er uten omfattende målinger. I de ovennevnte undersøkelsene er det brukt ulike metoder med ulik styrke og svakheter. Resultatene fra de ovennevnte prosjektene varierer noe, men de peker alle mot at den elspesifikke energibruken i norske husholdninger ligger rundt 4 500 kWh/år per husholdning, hvorav ca. 1 000 kWh/år brukes til belysning.

[10] Tall for småhus er fra 2010, tall for leiligheter fra 2006.

Den elspesifikke energibruken er generelt bedre dokumentert enn tilfellet er for energibruk til oppvarming, fordi det elspesifikke kun omfatter måling og beregning av *elektrisitet*. Det er derfor enklere å anslå mengden energi til elspesifikt forbruk enn til oppvarming.

Det er usikkert om formålsfordelingen i leiligheter og småhus er lik. Leiligheter kan ha en mindre andel energibruk til oppvarming enn småhus, men samtidig har de mindre utstyr enn småhus. Ettersom både energibruk til oppvarming og elspesifikke formål dermed er mindre i leiligheter enn i småhus, er det ikke grunnlag for å anta at formålsfordelingen er vesentlig forskjellig mellom småhus og leiligheter.

På grunnlag av studiene er det realistisk å estimere den elspesifikke energibruken i husholdninger til ca. 4 500 kWh/år, hvorav ca. 1 000 kWh/år brukes til belysning. Studiene viser dessuten at oppvarming av tappevann utgjør ca 2 600 kWh/år. Resten av energien i husholdningene går dermed til oppvarming av rom. Total energibruk i gjennomsnittsboligen har i perioden 1993 til 2009 ligget på mellom 23 000 og 21 000 kWh/år (SSB, 2011). Dette tallet er avledet av energivarebalansen for Norge og antall husholdninger i Norge, og kan inneholde noe usikkerhet, men vi forutsetter at det er korrekt. Dersom vi tar utgangspunkt i en energibruk på 21 000 kWh/år, som gjelder de siste årene, utgjør oppvarming av rom ca. 13 900 kWh/år. Dette gir en formålsfordeling på 22 prosent elspesifikt forbruk, 12 prosent oppvarming av tappevann, og 66 prosent oppvarming av rom. Formålsfordelingen er dynamisk og vil endre seg over tid etter hvert som bygningsmassen, teknologi og forbruksmønster endrer seg.

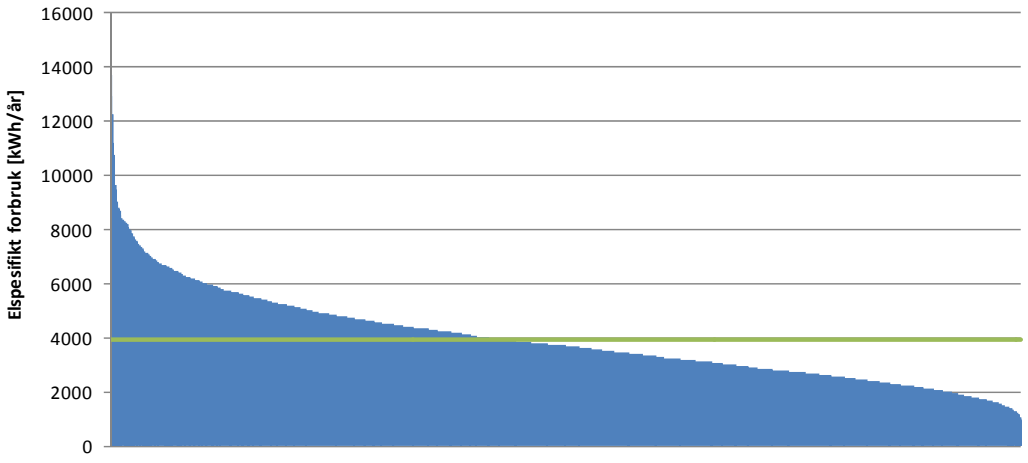
3.3.2 Elspesifikt forbruk i husholdningene

Elspesifikt forbruk er som nevnt i begynnelsen av kapittel 3.3 den delen av energibruken som bare kan dekkes med elektrisitet, det vil si energibruk til elektriske apparater og belysning. Elektriske apparater inkluderer alt fra kjøleskap og vaskemaskiner til hårfønere, TV-apparater med mer.

Som tidligere nevnt ble det i 2011 gjennomført et prosjekt på oppdrag fra NVE, der det elspesifikke forbruket i norske husholdninger ble kartlagt (Xrgia, 2011). Over 2000 husholdninger ble spurt om hvilke typer apparater de eier og bruksmønsteret for disse. Denne informasjonen ble koblet sammen med data for hvor mye elektrisitet apparatene trenger hver gang de er i bruk, slik at det elspesifikke forbruket i ulike husholdningstyper kunne beregnes.

Figur 3.7 viser en sammenstilling av det totale elspesifikke forbruket for alle de 2 049 husholdningene som svarte på spørreundersøkelsen. Den grønne linjen markerer det gjennomsnittlige elspesifikke forbruket, som i denne studien ligger på ca. 4 000 kWh pr år.

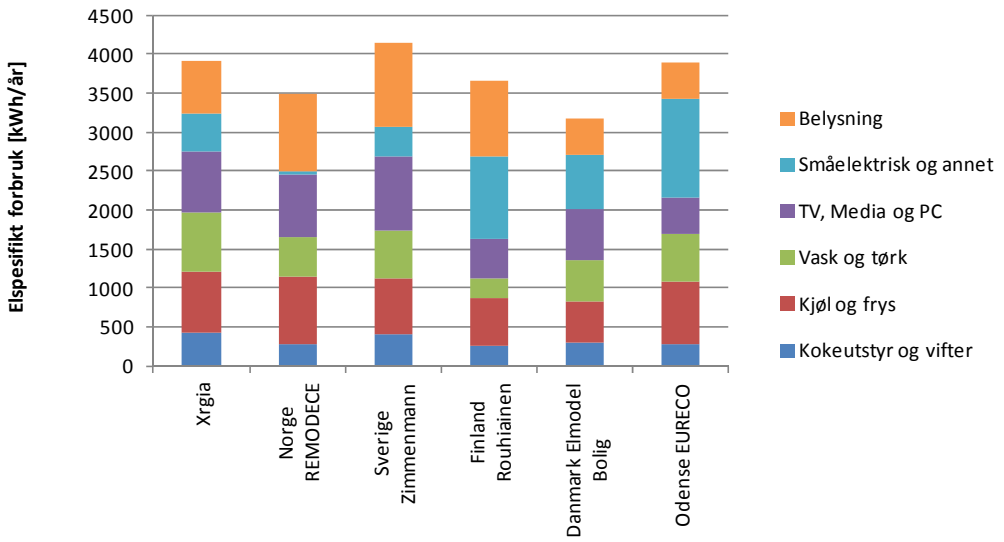
Figuren viser at det er stor spredning i mengden elektrisitet som husholdningene bruker til elspesifikke formål. Noen bruker så lite som 1 000 kWh per år, mens andre bruker tett opptil 14 000 kWh årlig. Egenskaper ved husholdningen, som antall personer og størrelse på bolig, er avgjørende for hvor mye elektrisitet hver husholdning bruker. Dette blir diskutert seinere i dette kapittelet.



Figur 3.7 Totalt elspesifikt energiforbruk for alle respondentene (Xrgia, 2011)

Det elspesifikke forbruket kan enkelt reduseres. Ved å være bevisst på å kjøpe energieffektive apparater og huske på å skru de helt av, fremfor å la de stå i standby-modus, kan man redusere energibehovet betraktelig. Les mer om energieffektivisering i kapittel 3.6.

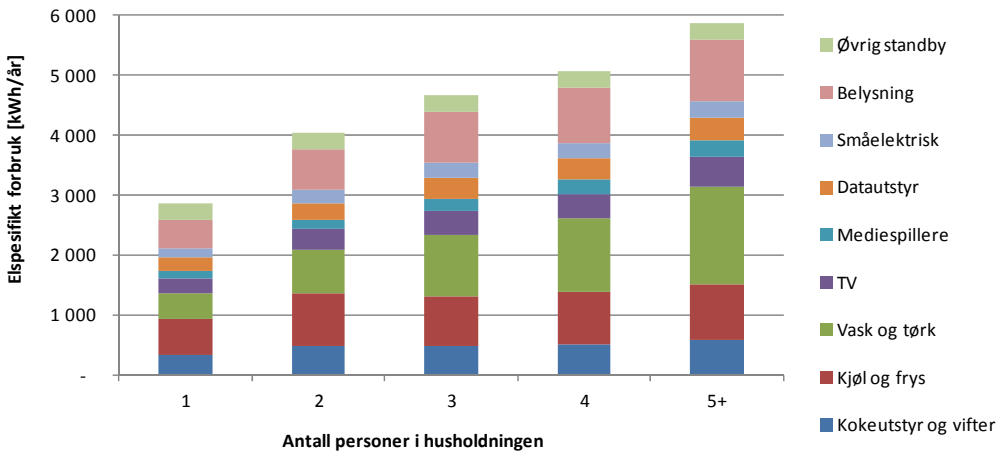
For å se nærmere på det elspesifikke forbruket har NVE sammenlignet resultatene fra Xrgias undersøkelse med resultatene fra undersøkelser som er gjennomført tidligere i de nordiske landene (Grinden & Feilberg, 2009), (Zimmermann, 2009), (Rouhiainen, 2009), (IT Energy, 2008) og (SINTEF Energiforskning, 2010). Disse undersøkelsene er også omtalt i kapittel 3.3.1. Resultatet fra Xrgias undersøkelse er i Figur 3.8 sammenstilt med resultatene fra de andre undersøkelsene og er på nivå med resultatene fra undersøkelsene i de andre nordiske landene.



Figur 3.8 Xrgias undersøkelse sammenlignet med andre undersøkelser

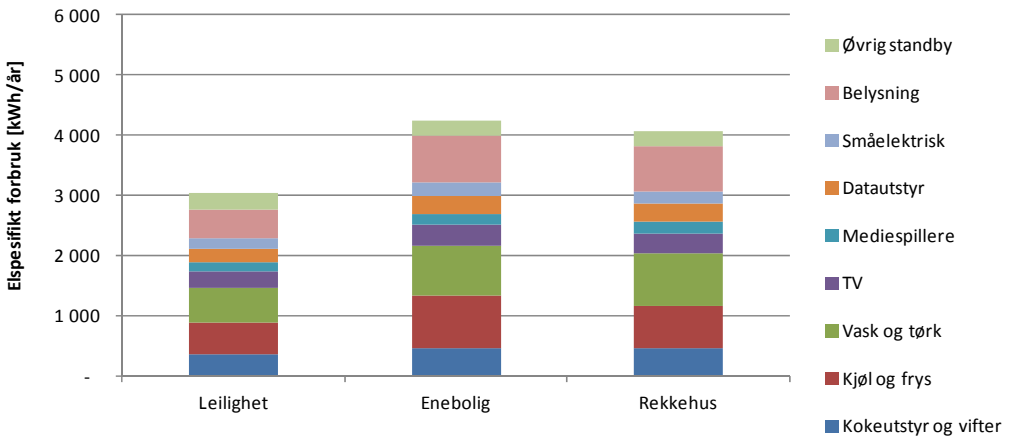
Resultatene som er presentert i Figur 3.8 er likevel ikke direkte sammenlignbare. Dette skyldes at prosjektene det refereres til her, med unntak av Xrgias undersøkelse, har *målt* elspesifikt forbruk i tillegg til å bruke spørreundersøkelser, mens Xrgia kun har brukt spørreundersøkelse. Alle resultatene inkluderer kun de utvalgte apparatgruppene man har målt energibruk til, eller stilt spørsmål om. Småelektriske apparater og underholdnings-apparater som spillkonsoller og datautstyr er blant de apparatene som ikke er tatt med i målingene i alle prosjektene. I noen av prosjektene er energibruken til belysning beregnet, i andre har man målt noen lyspunkter, men ikke alle. Likevel kan man med bakgrunn i Figur 3.8 slå fast at resultatene fra Xrgias undersøkelse virker rimelige.

Det elspesifikke forbruket i den enkelte husholdningen er svært avhengig av antall personer i husholdningen. Dette kommer frem i Figur 3.9, som viser at forskjellen er størst mellom husholdninger med én person og husholdninger med to personer. Økningen i elektrisitetsbruk er størst innenfor vask og tørk, kjøl og frys og kokeutstyr. Vask og tørk er den posten som øker mest med stigende antall medlemmer i husholdningen, utover to personer.



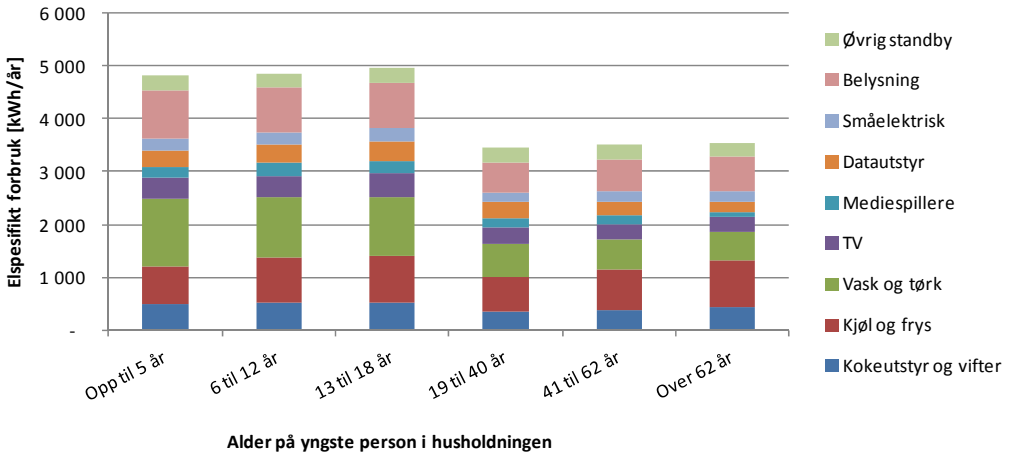
Figur 3.9 Elektrisitetsbruk i husholdninger av forskjellig størrelse (Xrgia, 2011)

Figur 3.10 viser at type bolig også spiller en stor rolle for elektrisitet til apparater i husholdningen. Eneboliger bruker mest elektrisitet til apparater og belysning, og leiligheter bruker minst. I leilighetene bor det i gjennomsnitt færre personer per husholdning, og de har derfor færre apparater. I rekkehus og eneboliger er det flere personer og mer plass, noe som gir muligheter for flere av de store apparatene som kjøleskap og frysebokser.



Figur 3.10 Elektrisitetsbruk i husholdninger i forskjellige typer bolig (Xrgia, 2011)

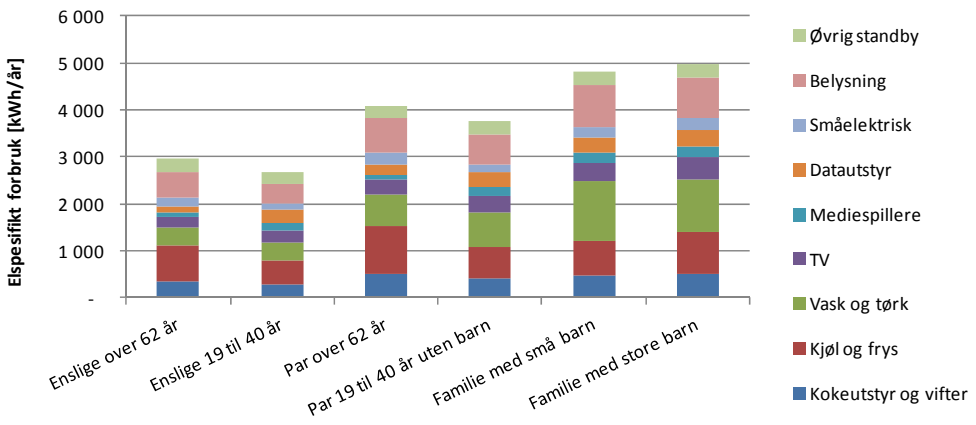
I Figur 3.11 kommer det frem at husholdninger med hjemmeboende barn under 18 år bruker betydelig mer elektrisitet til apparater og belysning enn husholdninger uten hjemmeboende barn. Her skiller vask og tørk seg særlig ut som den apparatgruppen med størst forskjell i bruken. Husholdninger med hjemmeboende barn bruker i snitt dobbelt så mye elektrisitet til dette formålet enn husholdninger uten hjemmeboende barn. Forbruket til andre apparater øker noe med økende alder på yngste medlem i husholdningen, først og fremst når det gjelder TV- og datautstyr, men også kjøle- og fryseapparater.



Figur 3.11 Elektrisitetsbruk i forhold til alder på yngste person i husholdningen (Xrgia, 2011)

Figur 3.12 viser en sammenstilling av det elspesifikke forbruket i ulike husholdningstyper. Her ser vi at det er familier med hjemmeboende barn som bruker mest elektrisitet. Familier der yngste familiemedlem er i tenårene (”Familier med store barn” i figuren) bruker mest av alle disse familietypene, deretter følger familier der yngste medlem er under fem år (”Familier med små barn” i figuren). Familier med store barn

bruker mer elektrisitet på oppbevaring og tilberedning av mat, mens familier med små barn naturlig nok bruker mer elektrisitet på å vaske og tørke klær.

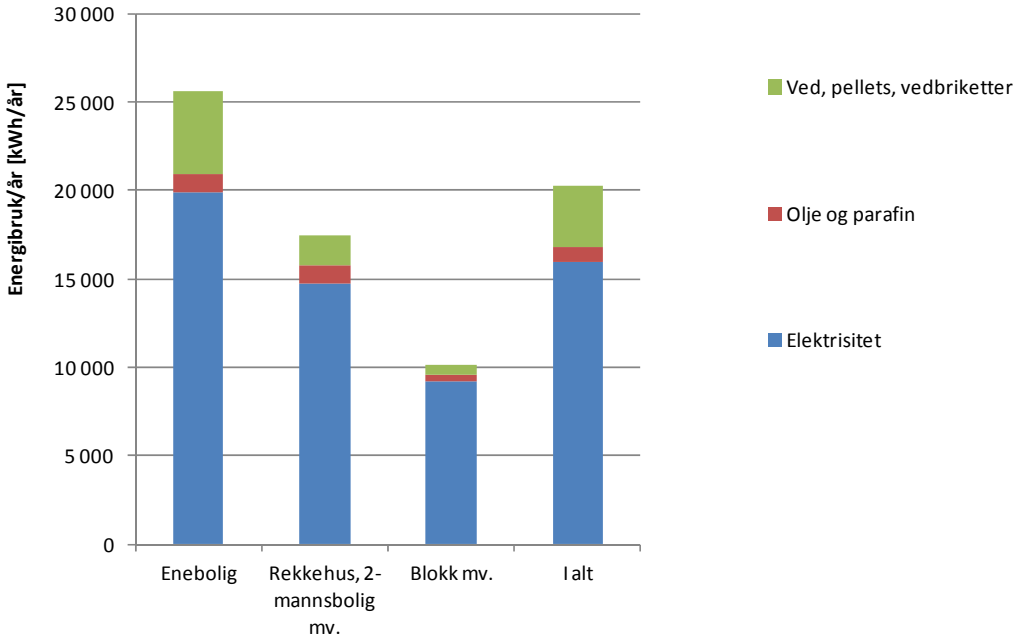


Figur 3.12 Sammenstilling av elektrisitetsforbruk i utvalgte husholdningstyper (Xrgia, 2011)

Utenom familier med hjemmeboende barn er det par over 62 som bruker mest elektrisitet til elspesifikke formål. Denne gruppen bruker spesielt mye til formålene kjøl og frys og belysning. I slike husholdninger finnes det gjerne eldre apparater som trekker mye elektrisitet, og i tillegg har de gjerne en ekstra fryseboks eller kjøleskap. Enslige personer i alderen 19 til 40 år utgjør husholdningsgruppen som bruker minst elektrisitet til apparater og belysning.

3.3.3 Oppvarming av rom og tappevann

I norske husholdninger brukes ca. tre fjerdedeler av totalenergien til oppvarming av rom og varmt tappevann. Den viktigste energikilden til oppvarming er elektrisitet. Elektrisitet dekker i dag 70- 80 prosent av oppvarmingsbehovet, mens den resterende delen i hovedsak dekkes av bioenergi (7 prosent), olje (7 prosent) og fjernvarme (4 prosent). Dette er illustrert i Figur 3.13, (Merk: fjernvarme er ikke tatt med i denne illustrasjonen). Figuren viser at det er stor forskjell på hvor mye energi som brukes i de enkelte husholdningene avhengig av bygningstype. En typisk enebolig bruker i størrelsesorden 25 000 kWh/år, mens en blokkleilighet bruker ca. 10 000 kWh/år. Figuren viser også at bruk av ved, pellets og oljeprodukter er høyere i eneboliger enn i blokkleiligheter. Dette har sammenheng med hvilken type oppvarmingssystem som er vanlig i de ulike boligtypene. Det er mer vanlig å bruke ved til oppvarming i eneboliger enn det er i rekkehus. I blokkleiligheter er det som regel panelovner eller vannbåren varme med felles sentralfyr.



Figur 3.13 Energibruk i husholdningene fordelt på elektrisitet, bioenergi og fossile kilder (SSB, 2012)

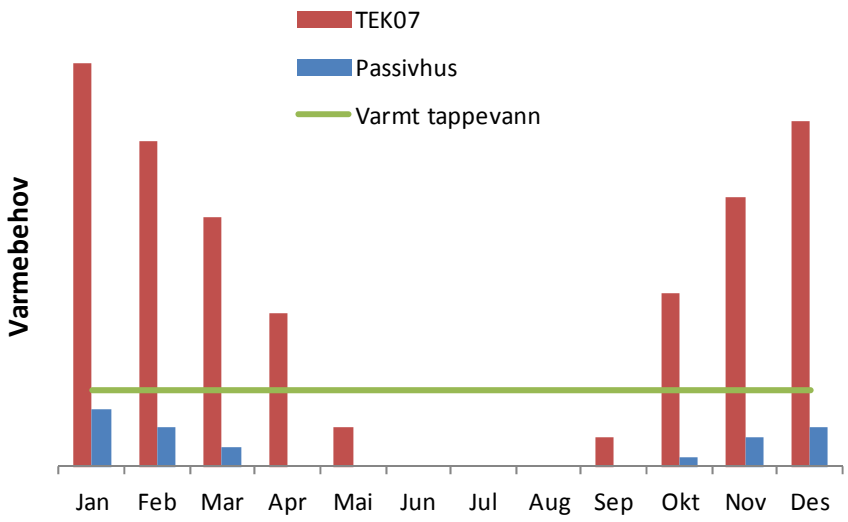
I Klimameldingen signaliseres det økt fokus på bruk av andre energikilder enn elektrisitet til oppvarming. I tillegg fokuseres det på energieffektivisering av bygg. Energieffektivisering av bygg vil sannsynligvis ha stor innvirkning på energibehovet i en bolig i og med at store deler av energibehovet skyldes oppvarming. Det er forventet at energieffektivisering og nye tekniske byggeforskrifter vil gi en betydelig reduksjon i behovet for romoppvarming i boliger. I Figur 3.14 illustreres forskjellen mellom energibehovet til en bolig bygd etter TEK07 (Lovdata, 2007) og en bolig bygd etter passivhusstandarden, NS 3700 (Norsk Standard, 2010). Figuren viser at potensialet for energieffektivisering er betydelig. Når det gjelder energibehovet til varmt tappevann vil energieffektivisering bety mindre, kun en liten nedgang er forventet. I figuren er energibehov til varmt tappevann konstant.

I dag ligger energibruken i norske husholdninger i gjennomsnitt på ca. 21 000 kWh/m^2. Av dette utgjør oppvarming av varmt tappevann ca. 2 600 kWh/m^2 og romoppvarming ca. 13 900 kWh/m^2. Det resterende er elspesifikt forbruk. Til sammenligning vil energibruken til rom og tappevannsoppvarming for en bolig bygd etter passivhusstandarden være i størrelsesorden 5-6000 kWh/m^2.

Varmt tappevann

Energi til oppvarming av tappevann anslås å være tilnærmet konstant gjennom året uavhengig av boligtype og hvilken teknisk forskrift (TEK) boligen er bygd etter. Energi til oppvarming av tappevann ligger gjerne i området 2500-5000 kWh/år for en vanlig husholdning, men varierer avhengig av antall personer i husholdningen. Det antas at energibehovet øker med ca. 1 000 kWh/år/person (Myhre & Dokka, 2006).

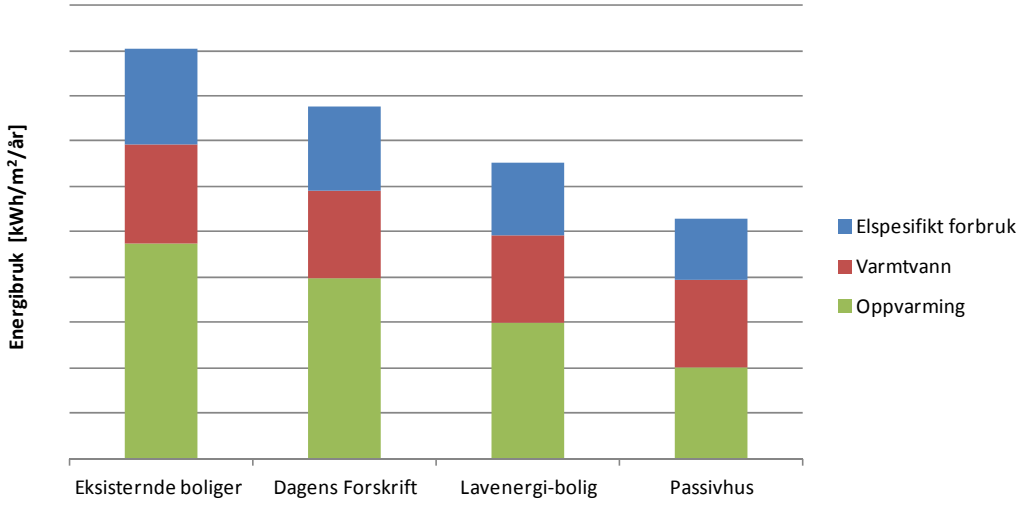
Typiske faktorer som påvirker energibruken til varmt vann er brukeradferd og teknologi. Det kan oppnås store besparelser ved en mer bevisst bruk av varmt vann og bruk av mer energieffektiv teknologi.



Figur 3.14 Energibehov til romoppvarming for TEK07 og passivhusboliger, og varmt tappevann for en bolig i Oslo-klima (I.Andresen, et al., 2010).

Romoppvarming

To tredjedeler av energibruken i en bolig i Norge er knyttet til romoppvarming. Behovet for romoppvarming er sterkt avhengig av bygningskroppens evne til å holde på varmen. En sammenligning av energibehovet i eksisterende boliger med nye bedre isolerte boliger, viser en stor reduksjon i energibruk til oppvarming. I Figur 3.15 er det illustrert hvordan energien til romoppvarming, varmt tappevann og elspesifikt utstyr i bygninger er forventet å bli redusert etter hvert som nye tekniske forskrifter innføres.



Figur 3.15 Typisk formålsdelt energibruk for boliger bygd etter forskjellige tekniske forskrifter

Det er forventet at energibehovet til romoppvarming vil reduseres ytterligere i tiden fremover i takt med at boliger renoveres til ny teknisk standard, nye boliger bygges etter lavenergi- og/eller passivhusstandard og det introduseres ny og mer effektiv teknologi.

3.4 Oppvarming og energiforsyning

De siste årene har energiforsyning og oppvarmingsløsninger i Norge hovedsakelig vært basert på elektrisitet, hvor oppvarmingen skjer ved hjelp av panelovner, elektriske varmekabler og elektriske varmtvannsberedere. Et økende fokus på bruk av fornybare energikilder til oppvarmingsformål og energieffektivisering er i ferd med å endre dette bildet.

Lavenergiboliger
Lavenergihus er boliger som er bedre isolert mot varmetap enn dagens byggforskrifter tilsier.

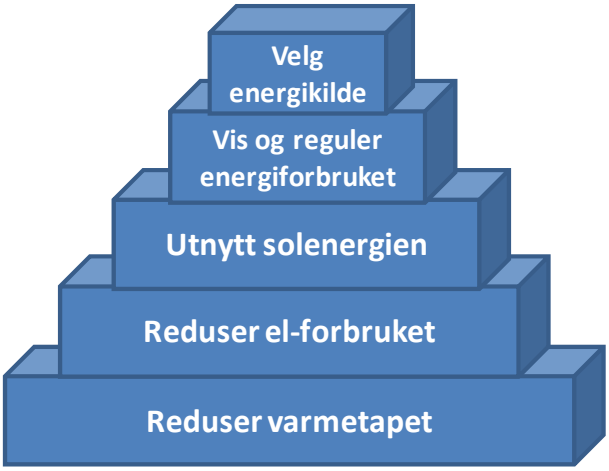
Passivhus
Passivhus har et vesentlig lavere energibehov enn dagens standard. Konseptet er utviklet i Tyskland. Energibehovet reduseres gjennom passive tiltak som ekstra varme-isolasjon, høy tetthet, superisolerte vinduer, utnytting av solenergi og varmegjenvinning.

Norske kriterier for lavenergihus og passivhus (boliger) er definert i standarden NS 3700 (2010).

Norge har et betydelig potensial for å utnytte fornybar energi fra kilder som bioenergi, omgivelsesvarme (varme hentet fra grunnvann, sjøvann og luft ved hjelp av en varmepumpe), solvarme og fjernvarme/nærvarme. Virkemidler for å stimulere til økt produksjon av energi fra fornybare energikilder er innført.

Mulighetene for å redusere energibruken til oppvarming er betydelige innenfor boligsektoren. Det er særlig reduksjon som følge av forbedring av eksisterende bygningsmasse (reduserte varmetap fra bygningskroppen) og innføring av nye byggetekniske forskrifter som gir effekter. Den vanligste strategien ved valg av tiltak for å redusere energibruken i bygg kan illustreres ved hjelp av Trias Energetica, mer kjent som Kyotopyramiden, vist i Figur 3.16.

Strategien innebærer at først reduseres varmetapet fra bygningskroppen ved å redusere luftlekkasjer, sørge for meget god varmeisolering, bruk av superisolerte vinduer og balansert ventilasjon med høyeffektiv varmegjenvinning. Dernest reduseres forbruket av elektrisitet, ved blant annet å bruke elektrisk utstyr og belysning med lavt energibehov. Neste trinn er å utnytte passiv solvarme på en effektiv måte. Til slutt velges energikilde og oppvarmingsløsning tilpasset det resterende oppvarmingsbehovet, (Dokka & Hermstad, 2006). Denne strategien refereres også til som passiv energidesign og brukes i stor grad ved bygging av lavenergiboliger og passivhus.



Figur 3.16 Trias energetica/Kyoyo pyramiden.

3.4.1 Oppvarmingsløsninger

Det er i dag økende fokus på løsninger for romoppvarming som skal ivareta energibruk, energifleksibilitet, innemiljø og kostnader. Det er viktig å finne oppvarmingssystem som er tilpasset bygget og energibehovet. I hovedsak kan løsninger for romoppvarming deles inn i tre hovedtyper (Dokka & Andresen, 2011):

- **Punktoppvarmingsløsninger**
  Punktoppvarming er enkeltstående varmekilder. Varmen som avgis er en kombinasjon av strålings- og konveksjonsvarme, for eksempel fra vedovn, panelovn, radiator, parafinovn. Den mest vanlige oppvarmingsmåten i norske boliger er punktoppvarming i form av panelovner, radiatorer og vedovner/kaminer. Panelovner en enkel og rimelig oppvarmingsmåte som er lett å regulere. Ulempen er at man er bundet til elektrisk oppvarming.

  Panelovner og radiatorer er løsninger for romoppvarming som passer i lavenergiboliger og passivhus. Vannbåren varme basert på fornybare energibærere kan brukes for å redusere bruk av elektrisitet til oppvarming, og dermed redusere energisystemets avhengighet av elektrisitet. Vedovner og kaminer kan være aktuelle løsninger, men må ha god regulering for å unngå overtemperatur.

- **Oppvarmingsløsninger integrert i bygningen**
  Oppvarmingssystem integrert i bygningen kjennetegnes ved at de har store flater som avgir varme. Elektrisk og vannbåren gulvvarme er de mest vanlige, men også veggvarme og takvarme brukes. Fordelene med store flater som avgir varme, særlig gulvvarme, er at det er lavtemperatursystemer som gir god komfort og godt inneklima. Ulempene er termisk treghet, som kan gjøre det vanskelig å regulere temperaturen, og varmetap mot grunn. I lavenergiboliger og passivhus er bygningsintegrerte system mest egnet i våtrom og andre rom med høyt varmebehov.

- **Luftbårne oppvarmingsløsninger**
  Luftbårne system er systemer der oppvarmet luft distribueres ved hjelp av et ventilasjonsanlegg eller en luft-til-luft-varmepumpe. Slike systemer har historisk

vært lite brukt i Norge, men fikk en oppsving fra 2003 da Enova ga støtte til investering i luft-til-luft-varmepumper. Luftoppvarming er en mer vanlig metode lengre sør i Europa, særlig i Tyskland og Østerrike. Dette henger sammen med utbredelsen av passivhus hvor dette kan være en velegnet oppvarmingsløsning. I passivhus kan oppvarming via ventilasjonsanlegget være en enkel og kostnadseffektiv løsning. I lavenergiboliger som har høyere varmebehov er det mindre aktuelt.

3.4.2 Energiforsyning

De mest aktuelle energiforsyningsløsninger til oppvarming av boliger, herunder eneboliger, rekkehus/småhus og blokker, klassifisert i henhold til energikilde, er:

- Direkte elektrisitet
- Bioenergi
- Solvarme
- Varmepumper - varme hentet fra omgivelse, vann og grunn vha en varmepumpe
- Nærvarme og fjernvarme

Direkte elektrisitet
En vanlig oppvarmingsmåte i norske boliger er elektrisk oppvarming i form av panelovner og varmekabler. Panelovner en enkel og rimelig oppvarmingsmåte som er lett å regulere. Det samme gjelder energibehov til tappevannsoppvarming, det dekkes også ofte med elektrisitet.

Bioenergi
Biobrensel er et samlebegrep for biologisk masse som brukes til energiformål. Ved, pellets, briketter og halm er eksempler på biobrensel. I Norge er tilveksten av biomasse større enn det som tas ut. Det er derfor tilnærmet ingen begrensninger totalt sett i landet, men lokal tilgang kan variere og bør vurderes for hvert enkelt utbyggingsområde.

Biobrensel kan brukes både som punktoppvarming og i større biobrenselanlegg. Ved og pellets egner seg best som punktoppvarmingskilder. Briketter og flis egner seg best i større anlegg.

Omgivelsesvarme/varmepumper
Energi fra omgivelsene som luft, vann (sjøvann eller grunnvann) eller grunn (jord eller fjell), kan utnyttes til oppvarmingsformål. Varmepumper brukes til å løfte temperaturen i for eksempel sjøvann til et høyere nivå som kan anvendes til romoppvarming og varmt tappevann. Oppvarmingen av byggene skjer normalt via vannbåren varme eller luft. Utbytte fra varmepumpen avhenger av temperaturnivået til mediet, for eksempel temperaturen på sjøvannet som varmen skal hentes fra, og temperaturnivået mediet skal heves til. Et lavt temperaturløft gir høyere utbytte enn et høyt temperaturløft.

Det er i hovedsak tre typer varmepumper:

- En **luft-til-luft-varmepumpe** henter energien fra uteluften, og leverer varmen inn i bygget i form av varm luft. Luft–til-luft-varmepumper egner seg til bruk i eneboliger, småhus og lokale enkeltstående anlegg.
- En **luft-til-vann-varmepumpe** henter varmen fra uteluft, eventuelt ventilasjonsluft, og distribuerer den i bygget via vannbåren gulvvarme eller radiatorer. Varmepumpen kan også brukes til å varme opp tappevann.
- En **vann-til-vann-varmepumpe** henter energien fra berggrunn (ved hjelp av borehull), grunnvann og sjøvann. Energien kan også utnyttes direkte uten varmepumpe.

Solvarme
Utnyttelse av solvarme kan deles inn i passiv og aktiv solvarme.

Passiv solvarme - solvarmen utnyttes direkte til oppvarming av boligen, for eksempel gjennom vinduer. Denne formen for solenergi er den som per i dag er mest utnyttet i Norge og bidrar med 3-4 TWh i den norske bygningsmassen (Norsk solenergiforening). Dette tilsvarer mellom 10 og 15 prosent av oppvarmingsbehovet. Drivhus og vinterhager utnytter passiv solvarme i utstrakt grad. Likevel er potensialet stort for å utnytte en større del av solvarmen. Under norske klimatiske forhold kan rett arkitektonisk utforming, valg av bygningsmaterialer og bygningens orientering i terrenget, gi en vesentlig reduksjon i oppvarmingsbehovet.

Aktiv solvarme - solinnstråling absorberes og konverteres til varme i en solfanger. I solfangeren overføres varmen til et varmeførende medium (væske eller luft) som sirkulerer gjennom solfangeren. Varmen fra solvarmeanlegg fordeles til et distribusjonsnett, enten vannbåren gulvvarme, radiatorer eller ventilasjonsluft. Termisk solenergi kan dekke store deler av behovet for romoppvarming og varmt tappevann. Solfangere kan integreres i fasader og takkonstruksjon. De kan erstatte vanlige bygningsmaterialer og gi spennende arkitektoniske løsninger. Solvarmeanlegg egner seg både for eneboliger/småhus og større bygg som blokkbebyggelse, sykehjem og hoteller etc. De kombineres ofte med andre fornybare energikilder.

Nærvarme og fjernvarme
Fjernvarme/nærvarme tilfører varme produsert utenfor bygget. Dette kan være store eller små anlegg. Bioenergi, grunnvarme, solenergi, spillvarme, avfallsforbrenning er noen av energikildene som fjernvarmeanlegg kan bruke.

Et fjernvarme-/nærvarmeanlegg kan varme opp alt fra boliger til næringsbygg og offentlige bygninger. Et fjernvarmeanlegg forsyner som regel flere bygninger eller hele bydeler med fjernvarme, mens et nærvarmeanlegg som regel forsyner et mindre antall bygninger/areal. Løsningene kan være effektive og miljøvennlige og kan egne seg bra for store utbygginger (fjernvarme) og mindre utbygginger (nærvarme), men det er nødvendig å gjøre detaljerte studier i hvert enkelt tilfelle for å avklare hva som egner seg best. Lavt energibehov i bygningene som i passivhus og lavenergiboliger kan redusere lønnsomheten i utbygging av fjernvarmenett.

3.5 Adferd

Med adferd forstår vi i denne sammenhengen de bevisste og ubevisste valgene forbrukerne tar innenfor gitte rammebetingelser som lovverk, reguleringer, bestemmelser og tilbud i markedet.

Forbrukernes adferd og holdninger er med på å bestemme energibruken i en bolig, og kan føre med seg en energibruk som er annerledes enn intensjonen. Komfort, hygge og trygghet spiller en stor rolle for energibruk. Noen kjenner seg tryggere ved å la lyset stå på i stuen om natten, mens andre foretrekker høy innetemperatur. Energibruken i to like boliger av helt lik kvalitet kan således være vidt forskjellig (Xrgia, 2011). Dette skyldes blant annet antall personer som bor i boligen og deres energirelaterte adferd..

3.5.1 Hva påvirker adferden vår?

Adferd bestemmes av ytre og indre motivasjon. Ytre motivasjon vil si at en handling er motivert av muligheten for å oppnå en belønning eller for å nå et mål utenfor selve aktiviteten (for eksempel å oppnå økt status eller økonomisk gevinst). Når man derimot gjør noe fordi man har glede av selve aktiviteten, kalles det indre motivasjon (Wikipedia, 2012).

Aksept fra omgivelsene er et viktig eksempel på ytre motivasjon. Man kan for eksempel føle seg presset av omgivelsene til å endre adferd fordi man frykter å bli sett ned på dersom man ikke følger det som er ansett som akseptabel adferd. Det er de som står oss nærmest som har størst påvirkningskraft på oss, men dette er ofte mennesker med like preferanser og holdninger og dermed lik adferd som oss selv. Naboer og kollegaer, som man ikke velger selv i like stor grad som venner og familie, kan ha større forskjeller i adferd og preferanser. Gruppepresset fra disse kan dermed bli større, fordi ulikheten i utgangspunktet er større. Hvis alle naboene installerer varmepumper, kan en boligeier føle at hun/han framstår som lite miljøbevisst dersom ikke også hun/han installerer varmepumpe (Klöckner, 2011).

En annen effekt av ytre motivasjon kan være at man ønsker å øke sin status ved for eksempel å vise at man er miljøbevisst. Dette kan gi noen pussige utslag, som for eksempel i USA der enkelte setter opp solcellepaneler på den siden av huset som vender ut mot gaten, selv om dette er skyggesiden av huset og solcellepanelet dermed får dårligst mulig produksjonsforhold. Hensikten er å vise naboer og de som går eller kjører forbi huset at man har investert i solcellepaneler. Det oppfattes av huseieren som viktigere enn å montere solcellepanelet mest mulig optimalt (Sexton & Sexton, 2011). Ønsket om å framstå som – og å vise overfor andre at man er miljøbevisst - er også en viktig årsak til at hybridbilen Toyota Prius har tatt en svært stor andel av hybridbilmarkedet i USA. Det finnes mange hybridbiler i USA som er teknisk like gode som Toyota Prius, men disse er hybridversjoner av allerede eksisterende modeller (for eksempel Honda Civic). Toyota Prius lages kun som hybridbil og har et lett gjenkjennelig utseende som bileierne setter pris på. Mange velger å kjøpe Toyota Prius fordi de mener det signaliserer til omgivelsene at man er miljøbevisst. Dette var Toyota bevisst på under planleggingen av Prius. Designerne fikk i oppgave å lage en lett gjenkjennelig bil (Sexton & Sexton, 2011).

Økonomisk gevinst kan være en viktig driver for energiadferd. Det gjelder både investeringer i nytt energibrukende utstyr og i den daglige bruken av utstyret. Generelt ser

vi at privatpersoner krever svært kort nedbetalingstid på sine investeringer. Det resulterer i at man ikke er villig til å investere i energieffektiviserende tiltak med mindre energibesparelsen er så høy at investeringen er tilbakebetalt i løpet av kort tid. Folk tenker nøye gjennom investeringene de gjør, men mindre på det daglige forbruket (Energimyndigheten, 2007). Husholdningene tilegner altså investeringskostnader mye høyere verdi enn driftskostnader. Dette er til hinder for mange effektiviserende tiltak som husholdningene kunne gjennomført dersom de hadde godtatt en lengre tilbakebetalingstid.

Når man gjør noe fordi man har glede av selve aktiviteten, kalles det indre motivasjon. Denne typen motivasjon kan ha flere årsaker, for eksempel kan man velge å være energieffektiv av hensyn til miljø og klima. Ved å bruke mindre energi belaster man miljøet mindre, både ved reduserte klimagassutslipp og redusert behov for energiproduksjon og dermed inngrep i naturen. For mange er dette sterk motivasjon i seg selv.

Komfort er en viktig motivasjon for manges energibruk. For eksempel ønsker mange en viss temperatur i boligen og på arbeidsplassen. Noen liker å bruke mye varmt varm når de dusjer og å ha på mye lys i rom som ikke er i bruk.

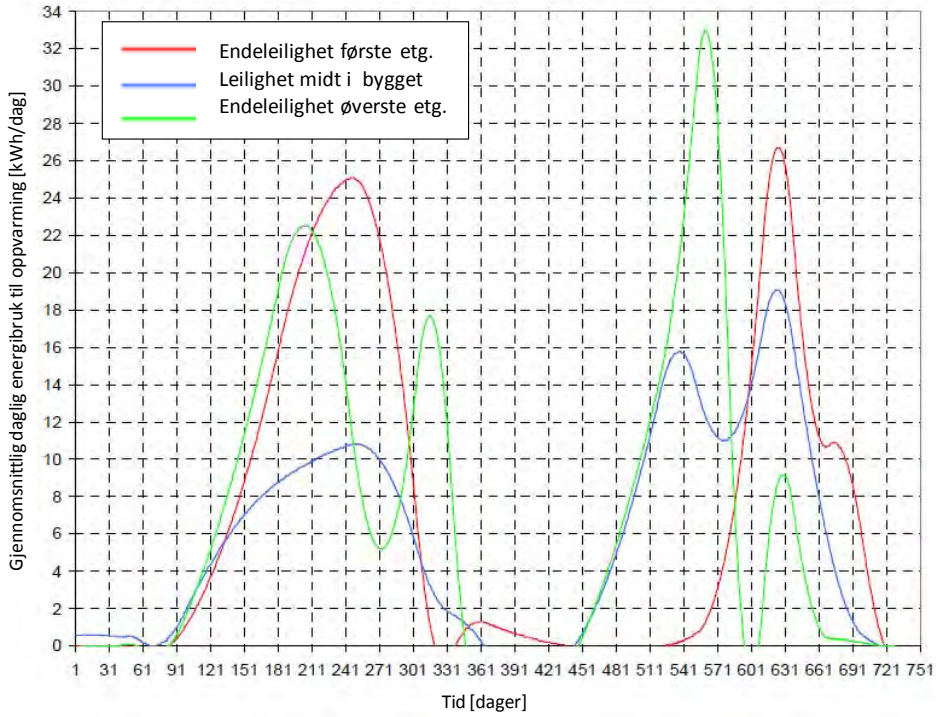
Trygghet og sikkerhet er andre forhold som kan styre energibruken. Noen vil ha lyset stående på hjemme, selv om man er på ferie, for å gi inntrykk av at huset ikke står tomt. Andre vil ha lyset på om natta for å se hvor man går dersom man står opp og dermed slippe å skade seg.

3.5.2 Hva kan man oppnå ved endret adferd

Energibruken i boliger påvirkes av beboernes adferd. Dette kommer frem i Figur 3.17, som viser energibruk til oppvarming over to år (fra 1. juni 1997 til 31. mai 1999) i tre leiligheter i samme bygg i Østerrike. Den røde linjen viser energibruk til oppvarming i en endeleilighet i første etasje. Den blå linjen viser energibruk til oppvarming i en leilighet midt i bygget, mens den grønne linjen viser energibruk til oppvarming i en endeleilighet i øverste etasje.

Leilighetenes plassering i bygget har stor betydning for oppvarmingsbehovet, og vi ser at leiligheten i midten av bygget (blå linje) har lavere energibruk til oppvarming enn endeleilighetene. Dette er som forventet, da leiligheten midt i bygget har færre yttervegger enn endeleilighetene, samtidig som varme fra naboleilighetene vil være med på å varme opp denne leiligheten. Men det er også andre forskjeller i energibruk til oppvarming i de tre leilighetene som ikke kan forklares av beliggenheten i bygget.

Leiligheten i toppetasjen (grønn linje) har en periode med kraftig nedgang i energibruk til oppvarming i begge fyringssesongene (de periodene man fyrer for å holde innetemperaturen på et akseptabelt nivå). De to andre leilighetene har ikke samme mønster. Etter nedgangen i energibruk i den første fyringssesongen er energibruken i denne leiligheten høyere enn i de to andre leilighetene. Etter nedgangen i andre fyringssesong ligger energibruken i denne leiligheten mye lavere enn i de andre. Det leder oss til å tro at det ikke er klimatiske forhold som er årsaken til fyringsmønsteret i toppleiligheten (grønn linje), men snarere beboernes adferd.

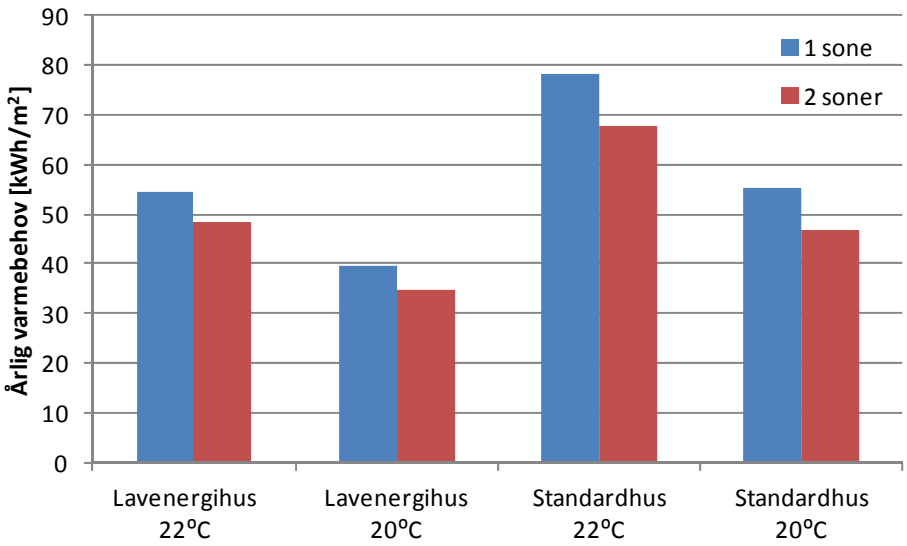


Figur 3.17 Energibruk i tre leiligheter i samme boligkompleks målt fra 1. juni 1997 til 31. mai 1999 (Stieldorf, Juri, Haider, König, & Unzeitig, 2001)

Leiligheten på enden i første etasje (rød linje) starter fyringssesongen det andre året omtrent tre måneder etter de to andre leilighetene (se dag 450 og dag 540 i figuren). Årsaken til dette er ikke oppgitt, og det er flere mulige forklaringer. Beboerne i denne leiligheten liker kanskje å ha lavere innetemperatur enn beboerne i de to andre leilighetene og trenger derfor ikke å fyre i denne perioden. Men ettersom denne leiligheten startet fyringssesongen samtidig som de andre det første året, er ikke dette en sannsynlig forklaring. En annen tenkelig årsak er at det har skjedd en form for utbedring av denne leiligheten mellom første og andre fyringssesong, som gjør at man har mindre behov for å fyre i begynnelsen av andre fyringssesong. Dette kunne for eksempel dreie seg om tetting av vinduskarmer. Men denne leiligheten har flat utvikling av energibruken på slutten av andre fyringssesong, mens energibruken i de andre leilighetene synker jevnt, noe som svekker denne teorien. En annen begrunnelse kan være at beboerne i denne leiligheten ikke var hjemme i begynnelsen av andre fyringssesong. Det kan også hende at det er kommet nye beboere i denne leiligheten det andre året, og at de nye beboerne har en annen adferd enn de som bodde der det første året.

Små justeringer i adferd kan gi betydelige utslag i energibruk. Figur 3.9 viser beregnet varmebehov i boliger som har samme temperatur i hele arealet i boligen (én temperatursone), og boliger der 40 prosent av arealet har 2^0C lavere temperatur enn resten av boligen (to temperatursoner). Varmebehovet er beregnet for lavenergiboliger og boliger som er bygget etter gjeldende forskrifter. Varmebehovet er beregnet for boliger med innetemperatur på 22^0C (og eventuelt 20^0C i deler av boligen) og boliger med innetemperatur på 20^0C (og eventuelt 18^0C i deler av boligen).

Medlemmer i samme husholdning kan også ha ulik energiadferd. For eksempel setter enkelte stor pris på å komme hjem til et hus som er koselig belyst med mange små lamper[11], mens andre synes det er greit at huset et mørkt når ingen er hjemme. Energibruken i dette tilfellet vil avhenge av hvem som får bestemme.



Figur 3.18 Redusert energibruk ved innføring av temperatursoner (Stieldorf, Juri, Haider, König, & Unzeitig, 2001)

De fleste forbrukere har ikke et bevisst forhold til apparatenes energibruk når de står i standby-modus. For hvert enkelt apparat utgjør ikke dette mye, men samlet vil PC-er, TV-apparater og andre elektriske apparater som står i standby-modus i norske husholdninger, bruke en betydelig mengde energi. For en typisk norsk husholdning utgjør dette omtrent 350 kWh i året. Samlet for 2,2 millioner norske husholdningene utgjør dette hele 770 GWh årlig. Dette er forbruk som man enkelt kan unngå uten at det går ut over komforten.

Det er av stor betydning at man føler at det man gjør har en virkning. Dette er problematisk i forbindelse med oppvarming i boligblokker med felles avregning. Der måler man ikke varmebruken i hver enkelt leilighet, men i hele blokken totalt, og deler kostnadene likt på leilighetene (eventuelt fordeles de på leilighetene etter størrelse). I slike situasjoner vil endring i eget forbruk gi liten eller ingen økonomisk uttelling. Man kan selv føle at man gjør en innsats for å redusere energibruken, men manglende kontroll på naboenes adferd gjør at man ikke ser direkte resultater. Dersom man hadde individuelle målere for hver boenhet på all energibruk, både elektrisitet, fjernvarme og varme fra en lokal varmesentral, ville dette øke bevisstheten om eget forbruk, samt gi beboerne mer kontroll over egne energiutgifter. Her kommer også eie/leie-problematikken inn. Mange leier bolig med energibruk inkludert i husleien, og har en oppfatning av at man ikke betaler for energibruk, og ser derfor på energi som gratis. Dette medfører i stor grad unødvendig høy energibruk. Man har dermed ingen økonomiske incentiver til å redusere energibruken. Dette gjelder også i tilfeller der man eier sin egen

[11] Dette er et særnorsk fenomen. I resten av Europa er det svært få husholdninger som lar lysene brenne i rom som ikke er i bruk, selv når noen er hjemme i boligen.

leilighet i et borettslag eller sameie, og oppvarming er inkludert i de månedlige fellesutgiftene.

Bevisstgjøring og informasjon om mulige energieffektive løsninger er avgjørende for at forbrukerne skal kunne ta dem i bruk. Vet man ikke om en løsning, vil man heller ikke bruke den. Lett tilgjengelig, forståelig og relevant informasjon er derfor viktig. Forbrukeren må også føle tillit til den som informerer og være trygg på at vedkommende ikke har egen vinning som motiv. Skepsis til nye løsninger må også overkommes. Det er lettere for de fleste forbrukere å ta i bruk nye løsninger når de allerede er utprøvd av andre.

3.6 Hvordan kan boligeierne redusere energibruken

3.6.1 Energieffektivisering allerede før boligen er bygget

En helhetlig tankegang i planleggingen av boliger er viktig for å redusere byggets energibehov allerede fra første år. Byggets plassering har stor betydning for det totale energibehovet i bygget gjennom hele levetiden. Blant annet vil riktig plassering av bygget i forhold til sol- og vindforhold kunne redusere behovet for oppvarming og kjøling. I tillegg vil design av selve bygningen påvirke energibehovet til kjøling og varme.

Fornuftig vindusplassering med tanke på når på døgnet og året det er bruk for passiv oppvarming fra solen er viktig. Det er også viktig for maksimal utnyttelse av dagslys, slik at lyskvaliteten i boligen blir best mulig. Redusert oppvarmings-, kjøle-, og belysningsbehov kan gjøre det mulig å bruke enklere tekniske oppvarmingsløsninger enn det som er vanlig i dag. Dette kan gi lavere kostnader både til investering og drift.

Et godt isolert og tett bygg holder godt på varmen og trenger mindre energi. Dette kan i hovedsak oppnås ved bedre/mer isolering, mindre luftlekkasjer, færre kuldebroer og superisolerte vinduer.

3.6.2 Energieffektivisering i boliger som er i bruk

En ny bolig som er planlagt og bygget på en god måte, vil ha lavt energibehov. I mange eldre boliger vil noen enkle utbedringer kunne redusere energibehovet i boligen. Det viktigste er å redusere oppvarmingsbehovet i boligen og energibruken i elektrisitetsbrukende apparater, for deretter å skifte til energikilde som passer oppvarmingsbehovet. Dette er også i henhold til modellen Trias Energeticas omtalt i Figur 3.16. ygningskroppen som omgir boligen har stor betydning for behovet for **energi til oppvarming**. Hvis bygget er dårlig isolert og lekker varme vil det gå mye energi til oppvarming. Det er mange tiltak hver enkelt kan gjøre for å redusere denne energibruken. De mest effektive, men også mest omfattende tiltakene, er å isolere loft, kjeller og vegger. Å isolere vegger er lurt i forbindelse med skifte av kledning, eller ved tilbygg. Å isolere loft og kjeller kan som regel gjøres utenom annen rehabilitering.

Andre enkle tiltak kan være å bruke tetningslister rundt vinduer og dører. Dette er enkelt og rimelig, og kan ha veldig god effekt. I tillegg er det fornuftig å tenke temperatursoner i huset. Soverom trenger for eksempel ikke ha samme temperatur som stuer og andre

oppholdsrom som brukes mye, se avsnitt 3.5.2. Å holde dørene lukket til kaldrom som kjeller og loft vil også gi god effekt.

Når det gjelder energibruk til oppvarming av tappevann kan det oppnås store besparelser ved å bruke vann på en mer sparsom måte, for eksempel ved å ta kortere dusjer, installere sparedusj og ikke skylle oppvasken under rennende varmt vann. Besparelser kan også oppnås ved å ta i bruk bedre teknologi. Det er særlig bedre isolerte varmtvannstanker og sparedusjer som vil bidra til redusert energibehov. Det er i tillegg viktig at varmtvanns-systemet er utformet optimalt. Godt isolerte rør og utstyr knyttet til varmtvannssystemet reduserer energibruken. Energitap i rørføringer kan dessuten reduseres ved å plassere bad og kjøkken nær varmtvannsberederen, slik at rørføringene blir kortest mulig. Varmt tappevann kan oppvarmes direkte ved hjelp av varmepumper, solvarme, bioenergi, etc. i stedet for elektrisitet.

Det er smart å **redusere energibruken til elektrisk utstyr**. Når en bytter ut eller kjøper nytt utstyr er det fornuftig å velge de energieffektive produktene, for eksempel hvitevarer merket A+++. Mange apparater står dessuten på hele tiden uten at de trenger det. TV-apparater og utstyr som ikke må stå på om natten, bør slås helt av. I tillegg kan en redusere standby-forbruket ved å koble apparater til en stikkontaktskinne med avknapp, og slå av skinnen når apparatene ikke er i bruk. PC, printer, TV-apparater og andre underholdningsapparater er eksempler på dette.

Når energibehovet er redusert kan det være lurt å vurdere å **bytte til en annen oppvarmingskilde** som passer boligens energibehov. Det kan være flere motiver for å bytte oppvarmingskilde: Et bytte kan føre til både redusert energibruk og lavere utslipp av CO_2. I tillegg kan det redusere avhengighet av én energikilde. Gammel vedovn kan byttes ut med ny rentbrennende vedovn eller pelletskamin. Panelovner kan erstattes av varmepumpe, parafinovn kan byttes til varmepumpe, pelletskamin eller vedovn, og oljekjel kan erstattes med varmepumpe eller pelletskjel.

Enovas råd:

Enova tilbyr gratis rådgiving og tips om hvordan man kan redusere energibruken i egen bolig. De viktigste rådene er:

- Etterisoler vegger og eller kaldloft
- Installer ventilasjonsanlegg (med varmegjenvinner)
- Installer varmestyringssystem
- Bytt til 3- lags lavenergivinduer
- Bytt varmekilde
- Bytt til strømsparende utstyr

Enova kan kontaktes for gratis konsultasjon på grønt nummer 800 49 003 eller svarer@enova.no.

4 EU-direktiver

I dette kapittelet omtales tre EU-direktiver tatt inn i norsk rett og som har innflytelse på norske husholdninger. Det er fornybardirektivet, bygningsenergidirektivet og direktivet om energimerking av hvitevarer. Fornybardirektivet skal sikre at andelen fornybar energi øker, mens de to andre direktivene dreier seg om å redusere energibruken.

Energibehovet de nærmeste årene og behovet for å redusere utslipp av klimagasser har i EU ført til bindende mål om andeler av fornybar energi og utslippsreduksjoner. I 2007 vedtok EUs statsoverhoder de såkalte 20-20-20-målene, som sier at EU innen 2020 skal redusere utslipp av klimagasser med 20 prosent i forhold til utslippene i 1990, øke andelen fornybar energi til 20 prosent og redusere energibruken med 20 prosent i forhold til hva energibruken ville vært hvis man ikke hadde gjort noe for å redusere den.

Energieffektivisering har stått høyt på dagsorden i EU siden 1990-tallet hvor en rekke direktiver om å energimerke forbruksvarer skulle veilede forbrukerne til å kjøpe mer energieffektive varer. Senere ble energieffektiviseringstanken ført over på bygningsmassen med innføringen av bygningsenergidirektivet. I 2009 implementerte EU energitjenestedirektivet (foreløpig ikke innlemmet i EØS-avtalen) med krav om målsetninger for energibesparelser som skal utgjøre ni prosent av årlig sluttbruk innen 2016. Dette direktivet vil erstattes av energieffektiviseringsdirektivet foreslått av kommisjonen i 2011 og som Europarådet og -parlamentet har kommet til enighet om i juni 2012. Dette direktivet er et rammedirektiv for tiltak som fremmer energieffektivisering. Direktivet blir ikke formelt vedtatt før Europaparlamentet har stemt over direktivet i plenum og Rådsmøtet har vedtatt direktivet høsten 2012. Kravene vil gjelde i EU fra 01.01.2014.

Illustrasjonsbilder

4.1 Fornybardirektivet

Fornybardirektivet fra 2009 omfatter både produksjon og bruk av fornybar energi. Direktivet erstatter, endrer og oppdaterer bestemmelser og forpliktelser i fornybardirektivet fra 2001 og biodrivstoffdirektivet fra 2003.

Fornybardirektivet beskriver en metode for å beregne hvor stor andel fornybar energi utgjør av et lands totale energibruk. Denne beregnes som et forhold mellom fornybar og samlet energibruk. Dette forholdet kalles fornybarbrøken og er et mål på hvor stor andel av et lands energibruk som kan regnes som fornybar (se faktaboks: Fornybarbrøken). Energibruken påvirker fornybarbrøken direkte både i teller og nevner. I årene som kommer blir det derfor enda viktigere at energibruken baseres på fornybare kilder.

4.1.1 Bakgrunnen for direktivet

Både produksjon og bruk av fossil energi fører til utslipp av klimagasser. Det har i lengre tid vært økt fokus på sammenhengen mellom utslipp av klimagasser, global oppvarming og klimaendringer. Det er derfor stor internasjonal enighet om at utslippene må reduseres. Samtidig øker behovet for energi. Ettersom fornybar energi (se faktaboks: Fornybar energi) i liten grad medfører klimagassutslipp eller andre utslipp, må energiproduksjonen i større grad enn tidligere baseres på fornybare energikilder. Fornybar energiproduksjon kan være mer kostbar enn fossil energiproduksjon. Det er derfor nødvendig med incentiver til investering i fornybar produksjon.

Hensikten med fornybardirektivet er å sikre et langsiktig samarbeid i Europa for å fremme produksjon og bruk av fornybar energi. Direktivet gir et felles rammeverk for å stimulere til ny utbygging og oppgradering av anlegg som skal gi mer fornybar energi. Det setter obligatoriske nasjonale mål til andel av fornybar energi (se faktaboks: Fornybarbrøken) og bindende nasjonale mål om ti prosent bruk av fornybar energi i transportsektoren innen 2020. Direktivet trådte i kraft i EFTA/EØS den 20.12.2011.

Innføringen av fornybardirektivet har gitt Norge et overordnet mål om at innen 2020 skal 67,5 prosent av energien som

Fornybar energi
Fornybar energi omfatter energi fra kilder som har en kontinuerlig tilførsel av ny energi, og som ikke kan tømmes. Fornybare energikilder er for eksempel solenergi, vannkraft, vindkraft, bioenergi, bølgekraft, geotermisk energi og grunnvarme, tidevannsenergi og saltkraft. Motstykket til fornybar energi er ikke-fornybar energi, som kjennetegnes av begrensede naturressurser som kan utarmes innen en tidsramme på et titalls til et hundretalls år. Eksempler er kull, råolje og naturgass. Fornybar energi regnes som mer bærekraftig enn ikke-fornybar energi, fordi utnyttelsen av fornybare energikilder ikke kan utarmes og fordi de er mer jevnt distribuert geografisk. De er mer miljøvennlige enn ikke-fornybare kilder, siden de i liten grad medfører klimagassutslipp eller andre utslipp. Biomasse antas å være CO_2-nøytralt på lang sikt, siden utslippene av CO_2 ved forbrenning av biomassen er lik den mengden CO_2 som planten har tatt opp fra atmosfæren i vekstprosessen. (Bøeng, 2011)

brukes her til lands være fornybar energi. Andelen fornybar energi i 2020 skal fortrinnsvis oppnås gjennom mer elektrisitets- og varmeproduksjon basert på fornybare energikilder og mer bruk av blant annet bioenergi til oppvarming og landtransport.

Andelen av fornybar energi regnes ut som en brøk hvor produsert fornybar elektrisitet, forbruk av fornybar varme/kjøling og fornybar energi i transportsektoren inngår i telleren, og samlet energibruk inklusive varme/kjøling, elektrisitet og forbruk i transportsektoren inngår i nevneren. Dette forholdet kalles fornybarbrøken, se faktaboks: Fornybarbrøken. Jo mer av den samlede energibruken som kommer fra fornybar energi, jo høyere vil andelen av fornybar energi bli.

Fornybarbrøken

Fornybarbrøken er et mål på fornybarandelen av total energiforbruk. Brøken kan skrives slik:

$$\frac{Fornybar\ elprod + Fornybar\ til\ \ varme\ og\ kjøling + Fornybar\ til\ transport}{Samlet\ elbruk + Energibruk\ til\ varme\ og\ kjøling + Energibruk\ til\ transport}$$

De tre elementene **over** brøkstreken utgjør den fornybare energibruken. I det første leddet inngår fornybar elektrisitetsproduksjon som et mål på den fornybare elektrisitetsbruken, fordi man antar at elektrisiteten som produseres anvendes. I det andre leddet inngår bruken av annen fornybar energi enn elektrisitet (for eksempel biomasse) til varme og kjøling. I det tredje leddet inngår bruken av fornybar energi som biodiesel, hydrogen og elektrisitet til transport.

De tre elementene **under** brøkstreken utgjør brutto energibruk, altså både den fornybare og den ikke-fornybare energibruken. I brutto energibruk medregnes summen av alle energivarer (både fornybare og ikke fornybare) levert til energiformål for industri, transport, husholdninger, tjenesteytende næringer, jordbruk, skogbruk og fiske. Energisektorens bruk av elektrisitet og varme for elektrisitets- og varmeproduksjon skal inkluderes i brutto energibruk i tillegg til distribusjonstap ved transmisjon av elektrisitet og varme.

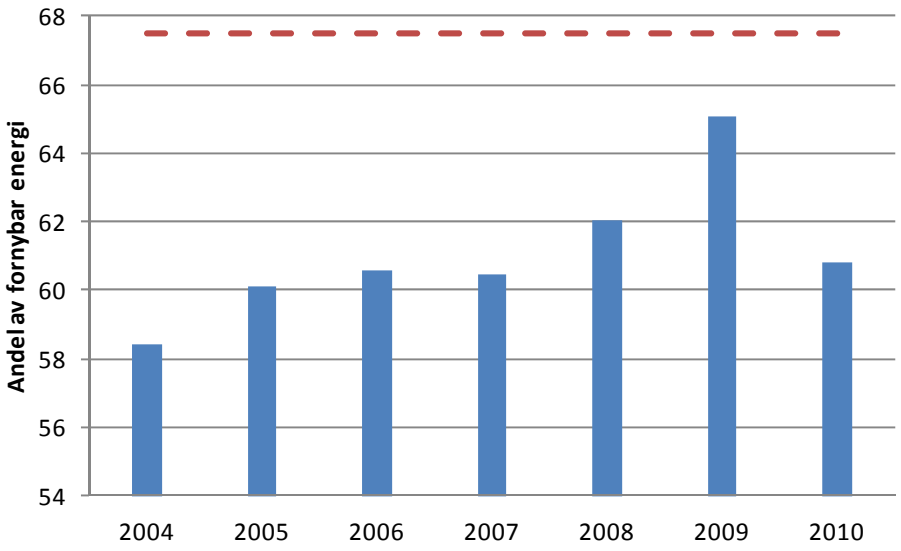
Det er flere faktorer som vil kunne føre til måloppnåelsen på 67,5 prosent fornybar energi i 2020, blant annet økt produksjon av elektrisitet fra fornybare kilder. For å gjøre det mer lønnsomt å investere i denne utbyggingen har Norge og Sverige blitt enige om å lage et norsk-svensk elsertifikatmarked som skal øke elektrisitetsproduksjonen basert på fornybare energikilder med 26,4 TWh fram til 2020. Til sammenligning ble det produsert 118 TWh elektrisitet fra fornybare energikilder i Norge i 2010 (vannkraft og vindkraft).

I tillegg til å øke produksjonen av fornybar energi, kan målet oppnås ved at mer av energibruken baseres på fornybare energivarer. Kapittel 3.1 beskriver for eksempel hvordan husholdningenes energibruk er blitt mer basert på fornybar energi ettersom olje og parafin til oppvarming er erstattet med elektrisitet og biobrensel. Som vist i Figur 3.1 utgjør olje og parafin vel fire prosent av husholdningenes energibruk i 2010. Målet kan også oppnås ved at man reduserer samlet energibruk (det vil si nevneren i brøken) for eksempel ved hjelp av energieffektiviseringstiltak som beskrevet i Kapittel 3.6.

Hvor stor andel fornybar energi utgjør av total energibruk et gitt år avhenger både av elektrisitetsproduksjon og energibruk. Både vann- og vindkraft er avhengige av gitte klimatiske vilkår for å sikre måloppnåelse. I et tørrår vil vannmagasinene være under gjennomsnittlig fulle. Det kan føre til økte elektrisitetspriser og større etterspørsel etter alternative energivarer som olje, gass og biobrensel. Slik kan for eksempel et tørrår i 2020 få betydning for måloppnåelsen ved at elektrisitetsproduksjonen fra fornybare kilder ikke er høy nok.

På samme måte som i 2010 (se kapittel 0) vil en kald vinter kunne gi utslag på fornybarbrøken. Det er særlig bruken av fjernvarme, bioenergi, fyringsolje og fyringsparafin som øker når temperaturen synker. En kald vinter i 2020 kan dermed føre til økt energibruk og en redusert andel av fornybar energi.

Andelen av fornybar energi varierer fra år til år som vist i Figur 4.1. I 2009 var andelen hele 65 prosent, dels som følge av nedgang i energibruken på grunn av finanskrisen. I 2010 var den imidlertid nede i 61 prosent på grunn av den kalde vinteren som førte til rekordhøy energibruk, (SSB, 2012).



Figur 4.1 Andel av fornybar energi. Stiplet linje viser fornybarmålet på 67,5 prosent i 2020. 2004-2010. (SSB, 2012)

Denne rapporten har et fokus på husholdningenes energibruk og det vil derfor være naturlig å se på hvilke konsekvenser fornybardirektivet kan forventes å ha for husholdningene. Først i form av elsertifikater som kan få betydning for elektrisitetsprisen, og deretter biodrivstoff som kan få betydning for energibruk i bilparken.

4.1.2 Elsertifikater – konsekvenser for husholdningene

For å nå fornybarmålet i 2020 har Norge valgt å støtte utbygging av fornybar elektrisitet gjennom elsertifikatordningen. Lov om elsertifikater[12] ble vedtatt i Stortinget sommeren 2011. Denne loven gjør at elektrisitetsprodusenter som investerer i produksjon av fornybar elektrisitet, vil motta elsertifikater som kan selges i markedet og dermed gi høyere inntekter til produsenter av fornybar elektrisitet. Alle som leverer elektrisitet til husholdningene, samt andre sluttbrukere, pålegges å kjøpe en gitt andel sertifikater i forhold til mengden elektrisitet de selger til sluttbruker. Slik blir elsertifikatene en ekstra inntektskilde for produsentene. Elsertifikatene gjør det mer lønnsomt å investere i produksjon av fornybar elektrisitet, og bidrar derfor til at målene om mer fornybar elektrisitet kan nås.

Elsertifikater

Elsertifikater er en økonomisk støtte-ordning som gjør det mer lønnsomt å investere i kraftproduksjon basert på fornybare energikilder, som vann, vind, sol og bioenergi. Ordningen er regulert i Lov om elsertifikater og forskrift om elsertifikater. Kraftverk som omfattes av ordningen får elsertifikater etter hvor mye strøm de produserer.

Kraftleverandører og visse strøm-brukere blir pålagt å kjøpe elsertifikater for en nærmere angitt andel av strømmen de leverer eller bruker.

Norge er fra 1. januar 2012 del av det norsk-svenske elsertifikatmarkedet som skal bidra til økt produksjon av fornybar kraft. Fram til 2020 skal Sverige og Norge øke kraft-produksjonen basert på fornybare energikilder med 26,4 TWh.

Kostnadene ved kjøp av elsertifikater legges på strømregningen. Det er elektrisi-tetskundene som dermed finansierer ordningen. Kostnader som følger av elsertifikatplikten inkluderes i prisen ved fastpris- og variable kontrakter, og i påslaget ved spotpriskontrakter. Fordi elsertifikatprisen fastsettes i et marked, vil prisen variere i forhold til tilbud og etterspørsel på sertifikater. Det er dermed usikkert hva elsertifikatprisen vil bli på sikt. Selv om kostnadene dekkes av kundene, betyr ikke det nødvendigvis at elektrisitet blir dyrere på sikt. Tilgang på mer fornybar elektrisitet kan også føre til at elektrisitetsprisen går ned. Det er derfor usikkert om elektrisitetsprisen som husholdningene betaler vil gå opp eller ned, eller forbli uendret.

NVE forvalter elsertifikatordningen i Norge og publiserer relevant informasjon på sine nettsider. På www.nve.no/no/Kraftmarked/Elsertifikater kan man med NVEs elsertifikatkalkulator beregne hva elsertifikatene vil koste.

4.1.3 Mer bruk av biodrivstoff og strøm til transport

Energibruk til transport er omtalt i kapittel 2.2. Andelen av fornybar energi til transport er vist i Figur 2.1 og var på 3,6 prosent i 2009 og skal økes til ti prosent innen 2020 for å oppfylle kravet i fornybardirektivet.

[12] http://lovdata.no/cgi-wift/wiftldles?doc=/app/gratis/www/docroot/all/nl-20110624-039.html&emne=elsertifikat*&

Omsetningspåbudet[13] for biodrivstoff til veitrafikk økte fra 2,5 til 3,5 prosent 1. april 2010. Bilprodusentene tillater bruk av diesel med en blanding på inntil sju prosent biodiesel og bensin med en blanding på inntil ti prosent bioetanol. Ved høyere innblanding må motoren tilpasses drivstoffet for optimal virkning. Man kan i dag få kjøpt diesel med en blanding på inntil sju prosent biodiesel på mange bensinstasjoner i Norge. Det finnes også et marked for diesel med en blanding fra 30 til 100 prosent biodiesel. Det er først og fremst lastebiler som kan kjøre på diesel tilsatt så store andeler biodiesel, men også enkelte personbiler.

Det er forventet at omsetningspåbudet for biodrivstoff vil øke til fem prosent når det innføres miljø- og bærekraftskriterier for biodrivstoff. Dette kan være et viktig bidrag for å nå målet om ti prosent fornybar energi til transport innen 2020.

Biodrivstoff bidrar i prinsippet ikke til å øke konsentrasjonen av CO_2 i atmosfæren, noe som er en viktig motivasjon for å satse på biodrivstoff. Første generasjons biodrivstoff er basert på jordbruks-produkter. For verdens befolkning kan det være problematisk at produksjon av biodrivstoff fortrenger vanlig matvare-produksjon. Det er derfor ønskelig med en utvikling av andregenerasjons biodrivstoff (se faktaboks: Biodrivstoff) basert på trevirke, halm og annet avfall fra landbruket (Econ Pöyry og Nobio, 2008). For å stimulere til økt bruk av andregenerasjons biodrivstoff får denne typen drivstoff dobbel uttelling ved beregning av andelen av fornybar energi til transport. Dette vil også føre til at tallet over brøkstreken blir litt større, og dermed til at andelen av fornybar energi øker (se faktaboks: Fornybarbrøken). Et annet drivstoff som får dobbel uttelling ved beregning av andelen av fornybar energi til transport, er biogass av nedbrytbart avfall eller husdyrgjødsel. Å tilrettelegge teknologi for å bruke biogass er fortsatt relativt kostbart, men det er et marked i utvikling. Flere aktører leverer biogass. Biogass benyttes spesielt i kollektivtrafikken (HOG Energi, 2010).

Biodrivstoff

Biodrivstoff er fremstilt av biologisk materiale. Det finnes flere typer biodrivstoff. De mest kjente er biodiesel og bioetanol som både kan brukes som rene produkter, men som vanligvis blandes inn i diesel og bensin framstilt av fossil olje. Andre biodrivstoff er:

- Hydrogen
- Dimetyleter (DME)
- Metanol
- Syntetisk diesel
- Biogass

Biodrivstoff deles gjerne inn i første- og andregenerasjons biodrivstoff. Førstegenerasjons biodrivstoff er biodiesel produsert av oljerike planter som raps eller palmer, og bioetanol basert på gjæringsprosesser av sukkerholdige planter.

Andregenerasjons biodrivstoff har større energieffektivitet og bedre klimaregnskap, og innebærer et skifte i råstoffkilde til celluloserike planter, først og fremst trevirke behandlet biokjemisk eller termisk. Tresprit (metanol) har blitt produsert på denne måten i flere tiår i Norge. (SSB, 2008)

[13] http://www.regjeringen.no/mobil/nn/dep/md/aktuelt/nyheter/2010/Pabud-om-okt-omsetning-av-biodrivstoff.html?id=599548

Elbiler. For å stimulere til økt bruk av elektrisitet fra fornybare energikilder til veitransport, belønnes elektrisitetsbruken til veitransport i beregningene med en faktor på 2,5. På lik linje med andregenerasjons biodrivstoff vil dette føre til et større tall over brøkstreken og en høyere andel av fornybar energi. I Norge regnes all strøm brukt til drift av jernbane, trikk og T-bane, samt til ladning av elbiler, som fornybar energi i transportsektoren. Av totalt 2,7 millioner registrerte biler var det ved utgangen av 2010 registrert 3 392 elbiler i Norge. I juni 2012 var antallet elbiler økt til 7 000 (Grønn Bil, 2011). I 2010 var det 2 600 ladepunkter fordelt over hele landet og de første hurtigladestasjonene som kan lade en elbil på rundt 30 minutter, kom i 2011. På www.gronnbil.no kan man finne statistikk over antall elbiler og ladepunkter per fylke og kommune.

For å stimulere til en økning av elbilparken har myndighetene gitt en rekke fordeler i forbindelse med bruk av elbiler. I klimaforliket som ble vedtatt i Stortinget 07.06.2012 heter det at "Dagens avgiftsfordeler ved kjøp og bruk av nullutslippsbiler videreføres ut neste stortingsperiode (2017) eller inntil antallet er på 50.000 biler eller mer".

Elbiler har fritak for engangsavgift, merverdiavgift og redusert årsavgift. Elbilen kan reise gratis med ferger og parkere gratis på offentlige parkeringsplasser, samt kjøre i kollektivfelt der slike måtte finnes, i tillegg til gratis bompassering. Som vist i kapittel 2.2 utgjorde energibruk til transport 71 TWh i 2011. Av dette utgjorde elektrisitetsbruken 700 GWh hvorav ca. 20 GWh gikk til veitransport. Elbilene sto ikke for mer enn 2,8 prosent av den totale elektrisitetsbruken i transportsektoren, resten gikk til tog, trikk og T-bane. Selv om elektrisitetsbruk til veitrafikk ganges med 2,5 i beregningene, blir andelen fortsatt svært liten. Det er vanskelig å se for seg at selv en kraftig økning i elbilbestanden skal kunne føre til en vesentlig økning av andelen av fornybar energi til transport innen 2020.

4.2 Bygningsenergidirektivet

Bygningsenergidirektivet (2002/91/EF) fra 2002 har som mål å bidra til økt energieffektivitet i bygningsmassen. I 2003 ble direktivet vedtatt innført i Norge. Direktivet krever at hvert land setter minimumskrav til bygningers energiytelse, at det etableres en ordning for energimerking av alle bygninger og en ordning for energivurdering av en del tekniske anlegg i bygninger. I Norge er disse kravene oppfylt gjennom byggteknisk forskrift[14] (TEK10) som forvaltes av Direktoratet for byggkvalitet, og energimerkeforskriften[15] som forvaltes av NVE. Den viktigste betydningen av direktivet for husholdningene er at boliger skal energimerkes før salg og utleie og at energistandarden for nye bygg blir høyere.

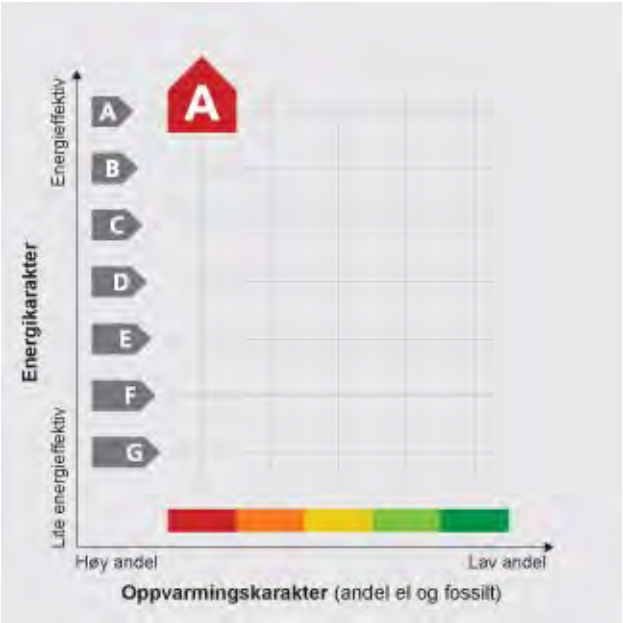
EU innførte skjerpede regler i 2010 med et nytt bygningsenergidirektiv (EU, 2010). De viktigste nye kravene er at nye bygninger skal være såkalt nesten nullenergibygninger innen utgangen av 2020. Dette direktivet er foreløpig ikke en del av EØS-avtalen og er derfor ikke gjeldende i Norge

[14] http://lovdata.no/cgi-wift/wiftldles?doc=/app/gratis/www/docroot/ltavd1/filer/sf-20100326-0489.html&emne=byggteknisk*%20%2b%20forskrift*&
[15] http://lovdata.no/cgi-wift/wiftldles?doc=/app/gratis/www/docroot/for/sf/oe/oe-20091218-1665.html&emne=energimerkeforskrift*&

I Norge, som i mange andre europeiske land, utgjør energibruken i bygg en stor del av landets samlede energibruk, ca. 40 prosent. En forbedring av bygningers energiytelse er derfor av vesentlig betydning for å nå 20-20-20-målene som EU har satt for 2020. Både krav til mer energieffektive løsninger, og krav til bruk av fornybar energi, vil bidra til å nå målene om 20 prosent mer fornybar energi og 20 prosent energieffektivisering. Begge deler bidrar i tillegg til at målet om 20 prosent reduksjon av CO_2-utslipp kan nås. Bygningsenergidirektivet er gjennomført i de fleste europeiske land, men med store nasjonale forskjeller. EU-kommisjonen har etablert flere prosjekter for å støtte opp om gjennomføringen av direktivet, herunder utvikling av europeiske standarder for energiberegning, støtte til utprøving av ulike modeller og informasjonsutveksling mellom landene.

Energimerkeordningen trådte i kraft 1. juli 2010. Ordningen er obligatorisk for alle som skal selge eller leie ut bolig eller yrkesbygg. Yrkesbygg over 1000 m^2 skal alltid ha gyldig energiattest. Energiattesten består av et energimerke som viser bygningens energistandard ved normal bruk. Energimerket beregnes dermed uavhengig av hvordan eier/leier faktisk bruker bygningen. Attesten kan i mange tilfeller samtidig gi en indikasjon på bygningens byggtekniske tilstand.

Energimerket består av en energikarakter og en oppvarmingskarakter. Energikarakteren går fra A (best) til G (svakest). Karakteren gir en samlet vurdering av bygningens energibehov, det vil si antall kilowatt-timer som bygningen eller boligen trenger per kvadratmeter for normal bruk. Energikarakteren er basert på en beregning av levert energi, og er uavhengig av faktisk målt energibruk.



Figur 4.2 Energimerket består av en energikarakter og en oppvarmingskarakter. Energikarakteren går fra A (best) til G (svakest). Oppvarmingskarakteren her representert ved en rød A, gir informasjon om i hvilken grad energibehovet til oppvarming av rom og tappevann kan dekkes av andre energikilder enn strøm og olje.

Oppvarmingskarakteren gir informasjon om i hvilken grad energibehovet til oppvarming av rom og tappevann kan dekkes av andre energikilder enn strøm og olje. Oppvarmingskarakteren sier ingenting om hvor mye energi bygningen eller boligen bruker, kun i hvilken form energien leveres.

I tillegg til energimerket er det i energiattesten vanligvis informasjon om målt energibruk de siste tre år, en liste med tiltak som kan bidra til å gjøre boligen mer energieffektiv og et sammendrag av de viktigste dataene som er oppgitt som grunnlag for energimerkingen. På denne måten kan nye eiere kontrollere grunnlaget for energimerket.

I løpet av merkeordningens første år ble det utstedt ikke mindre enn 100 000 energiattester for boliger og 4 400 attester for yrkesbygg. Dette anses som et svært godt resultat. I det videre arbeidet er målet å få flere til å energimerke yrkesbygg, og at energimerket blir en naturlig referanse i markedet for bygningers energikvalitet. Per juni 2012 var over 200 000 bygninger energimerket.

NVE har ansvar for energimerkeordningen og har laget egne internettsider, blant annet nettsiden www.energimerking.no. Den gir informasjon om ordningen og er også startside for å gjennomføre energimerking. Energimerkingen skjer ved å legge inn opplysninger om boligen eller yrkesbygget på nettsiden. For boliger er systemet utviklet slik at boligeieren selv kan gjennomføre energimerkingen. Brukeren kan velge mellom enkel og detaljert registrering. For nye bygninger og yrkesbygg skal energiattesten lages av en ekspert. Denne eksperten har mulighet til å oppgi, og er ansvarlig for, den enkelte inngangsparameter. Likeså er han ansvarlig for å foreslå tiltak som kan forbedre energikarakteren/oppvarmingskarakteren.

Det er eier av bygget eller boligen som har ansvaret for å gjennomføre energimerkingen. Dersom bygget blir markedsført, skal energiattesten være en del av markedsføringen.

4.3 Energimerking av hvitevarer

Allerede på 90-tallet ble det innført lovgivning i Norge som krever at hvitevarer skal være energimerket når de omsettes på markedet. Bakgrunnen for energimerkingen var et behov for standardiserte vareopplysninger og reduksjon av energi- og ressursbruken på det europeiske indre markedet, som Norge er en del av gjennom EØS-avtalen. Energimerkene skal gi forbrukere økt kjennskap til hvitevarenes energibruk, slik at de kan etterspørre energieffektive produkter. En rekke husholdningsapparater, deriblant hvitevarer, dekkes av forskriften[16]. Hvitevarer som skal energimerkes er: kjøle-/fryseapparater, oppvaskmaskiner, vaskemaskiner, tørketromler, kombinerte vask-/tørk maskiner, lyskilder, stekeovner og klimaanlegg.

Energimerket er standardisert og identisk i hele EØS. Energimerket inneholder en rekke opplysninger som forbrukeren skal informeres om før kjøp av apparatet: En skala av fargede piler skiller energieffektive produkter fra mindre energieffektive; apparatets

[16] Forskrift om angivelse av husholdningsapparaters energi- og ressursforbruk ved hjelp av merking og standardiserte vareopplysninger. Fastsatt av Nærings- og energidepartementet 10. januar 1996. http://www.lovdata.no/for/sf/oe/te-19960110-0016-0.html

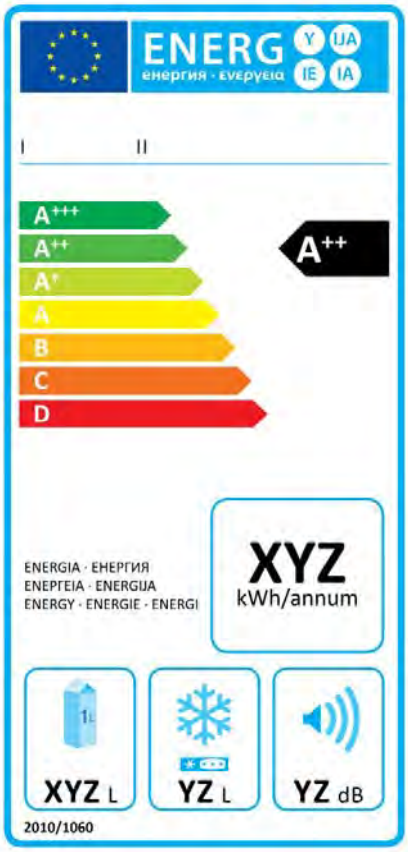
energibruk er oppgitt i kWh/år; kjøle-/fryserommets volum er oppgitt i liter; i tillegg til apparatets lydnivå oppgitt i desibel (dB).

Energimerket besto opprinnelig av en skala fra A til G, hvor A var best og G var dårligst, men etter hvert som hvitevarene er blitt enda mer energieffektive, er skalaen utvidet med et sett ”plusser” etter A-en, slik at man nå kan få kjøpt hvitevarer som er merket helt opp til A+++, se Figur 4.3. Det er økodesignforskriften[17] som setter nedre grense for et produkts energiklasse. For eksempel slår økodesignforskriften fast at fra 1. juli 2012 kan kjøleskap med energimerke dårligere enn A+ ikke importeres og selges i Norge. Ettersom importørene har anledning til å selge ut allerede importerte kjøleskap, kan kjøleskap med merket A fortsatt være å finne i butikken etter denne dato.

Produkter som er utstilt for salg eller utleie skal være påført energimerker. Det er butikkenes ansvar å sette korrekte energimerker på de utstilte hvitevarene. Leverandørene har ansvar for å forsyne butikkene med riktige merkelapper til produktene. NVE undersøker årlig hvordan butikkene følger opp merkeordningen. Den vanligste feilen består i at energimerkingen er skjult, for eksempel at klebeetiketten ligger inne i apparatet. NVE pålegger å rette slike feil, og etter en lovendring i 2011 kan NVE vurdere tvangsmulkt mot butikker som ikke etterkommer kravene.

Nye energimerker fra 2011. Fra 2011 ble det nye merket gjort obligatorisk for produkter som omfattes av nye regler for energimerking. Det nye merket er knyttet opp mot et nytt energimerkedirektiv som ble vedtatt i EU i 2010. Dette direktivet 2010/30/EU er et rammedirektiv og det vedtas fortløpende nye regler for stadig flere produkter. Direktivet er per i dag ikke innlemmet i EØS-avtalen. Produkter som foreløpig skal energimerkes i henhold til det nye direktivet er kjøl- og frysapparater, oppvaskmaskiner, vaskemaskiner og TV-er (klimaanlegg fra 1.1.2013). I Norge er det frivillig å benytte det nye energimerket helt fram til det reviderte energimerkedirektivet er godkjent og innlemmet i det norske regelverket.

Mer energieffektive hvitevarer. Den tekniske utviklingen har ført til at hvitevarer er blitt vesentlig mer energieffektive i dag enn for noen få år siden. Som vist i Kapittel 3.3.1 utgjør det elspesifikke forbruket hele 22 prosent av husholdningenes energibruk. Det kan derfor være mye å spare på å velge riktig utstyr. Energimerket forteller hvordan elektrisitetsbruken til driften av hvitevarene blir i årevis framover.



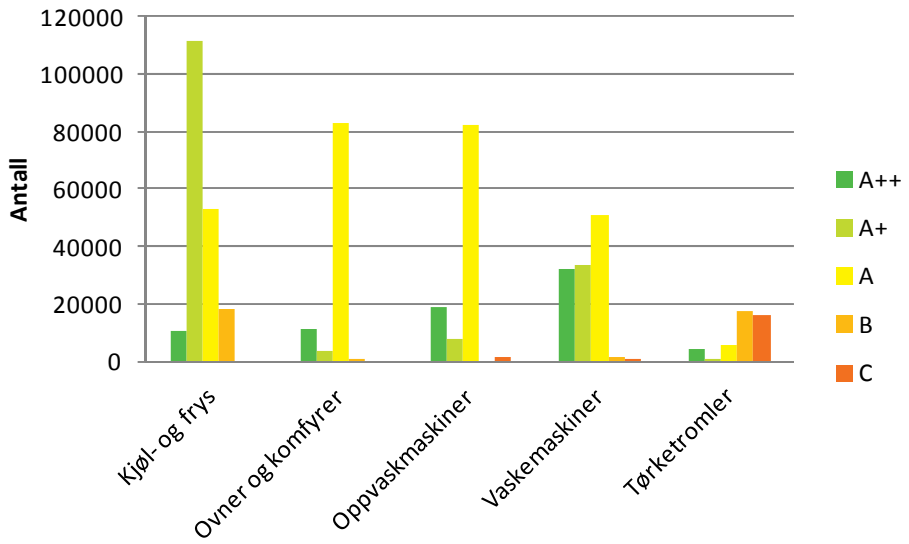
Figur 4.3 Eksempel på nye energimerker fra 30. november 2011

[17] Forskrift om miljøvennlig utforming av energirelaterte produkter. Fastsatt av Norges vassdrags- og energidirektorat 23. februar 2011. http://www.lovdata.no/for/sf/oe/xe-20110223-0190.html

Tabell 4.1 Elektrisitetsforbruket til noen hvitevarer per år. Kilde: Xrgia, 2011

	Elektrisitetsbruk [kWh/år]	Kr/år 100 øre/kWh
Komfyr	400	400
Oppvaskmaskin	300	300
Kjøleskap	400	400
Fryser	400	400
Tørketrommel	600	600
Vaskemaskin	300	300

Oversikten i Tabell 4.1 illustrerer hva forbruket til noen hvitevarer kan være i en gjennomsnittshusholdning i løpet av et år. Oftest vil et apparats energibruk ikke bare avhenge av energiklassen, men også av husholdningens bruksmønster som vist i Kapittel 3.3.2. Hver for seg bruker ikke apparatene så mye elektrisitet, selv om de til sammen utgjør en betydelig mengde. I en norsk husholdning er det vanlig å bruke ca. 4 500 kWh per år til elektriske apparater.



Figur 4.4 Solgte hvitevarer i 2011 fordelt på anvendelse og energimerke. (Elektronikkbransjen, 2012)

En oversikt over solgte hvitevarer i 2011 fordelt på anvendelse og energimerke er illustrert i Figur 4.4. Elektronikkbransjens salgsstatistikk dekker det meste av salget av hvitevarer i Norge. Det ble i 2011 solgt 560 000 energimerkede hvitevarer i Norge. Det ble ikke solgt hvitevarer med beste energiklasse A+++ i 2011. Denne energiklassen som er forbeholdt de beste teknologiene, er foreløpig ikke tatt inn i det norske regelverket. Det er frivillig å benytte denne energiklassen inntil det reviderte energimerkedirektivet er godkjent og innlemmet i det norske regelverket, og det er forventet at det vil bli solgt hvitevarer merket A+++ i 2012. Som et eksempel kan det være verdt å merke seg at et

kjøleskap merket A+++ bruker 55 prosent mindre strøm enn ett som er merket A og 50 prosent mindre enn ett som er merket A+.

49 prosent av solgte hvitevarer i 2011 hadde energiklasse A, 28 prosent A+ og 14 prosent A++. Det ble solgt 190 000 kjøl- og frysapparater tilsvarende 34 prosent av hvitevarene. Kjøl- og frysapparater omfatter kjøleskap, kombiskap, side-by-side skap, frysebokser og fryseskap. Energimessig er dette den viktigste gruppen hvitevarer, og står for 23 prosent av husholdningenes elspesifikke energibruk (Xrgia, 2011). Figur 4.4 viser at over 60 prosent av kjøl- og frysapparatene solgt i 2011 hadde energiklasse A+ eller A++. Andre hvitevarer selger flest apparater av merket A. Her skiller tørketromler seg ut med flest apparater solgt i energiklasse B og C. Tørketromler i energiklasse A er fortsatt vesentlig dyrere enn andre energiklasser. For å oppnå energiklasse A må en tørketrommel være utstyrt med varmepumpe.

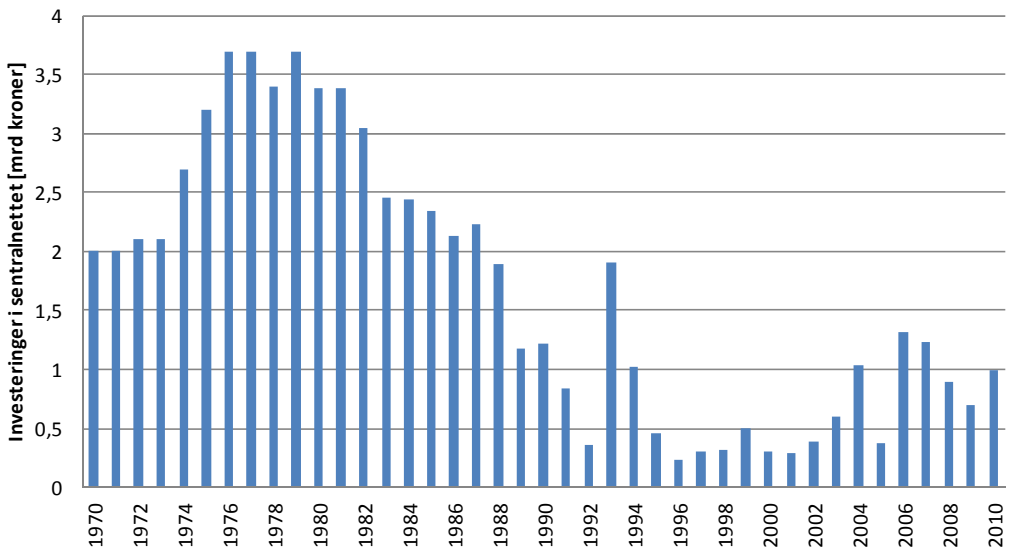
5 Elektrisitetsbruk og kraftlinjer

I kapittel 2 ble det vist at elektrisitetsbruken i Fastlands-Norge har flatet ut siden slutten av 1990-årene. 20 år med lave investeringer i kraftlinjer har likevel gitt behov for nyinvesteringer og utbedringer i sentralnettet. Mindre bruk av elektrisitet til oppvarming av bygg kan imidlertid redusere effekttoppene fremover.

I dette kapitlet forklares hvordan bruken av elektrisitet har betydning for kraftnettet. Dette er ikke en utfyllende beskrivelse av kraftnettet i Norge. Det finnes i Meld.St. 14 (2011-2012) Vi bygger Norge – om utbygging av strømnettet -, også kalt nettmeldingen.

5.1 Hvorfor flere kraftledninger når elektrisitetsbruken flater ut?

Til tross for at elektrisitetsbruken i Fastlands-Norge flater ut, varsler Statnett behov for 40-50 milliarder kroner i investeringer i sentralnettet de neste ti årene (Statnett, 2011). En viktig grunn til dette illustreres i Figur 5.1. Mens det årlig ble investert milliardbeløp i sentralnettet i 1970 og 1980-årene, har det vært betydelig mindre investeringer de to siste tiårene. Resultatet er at mye av den ledige kapasiteten i nettet ble spist opp av **økt elektrisitetsbruk gjennom 1990-årene**. Utflating i bruken av elektrisitet fra 1998 har derimot bidratt til å utsette og redusere behovet for investeringer. Det høye forbruket vintrene 2009/2010 og 2010/2011 satte imidlertid kraftnettet på prøve. Flere steder i landet var det for liten overføringskapasitet, med svært høye kraftpriser i disse områdene som resultat. Det er derfor behov for oppgradering og nyinvesteringer i kraftnettet for å møte nye kalde vintrer.

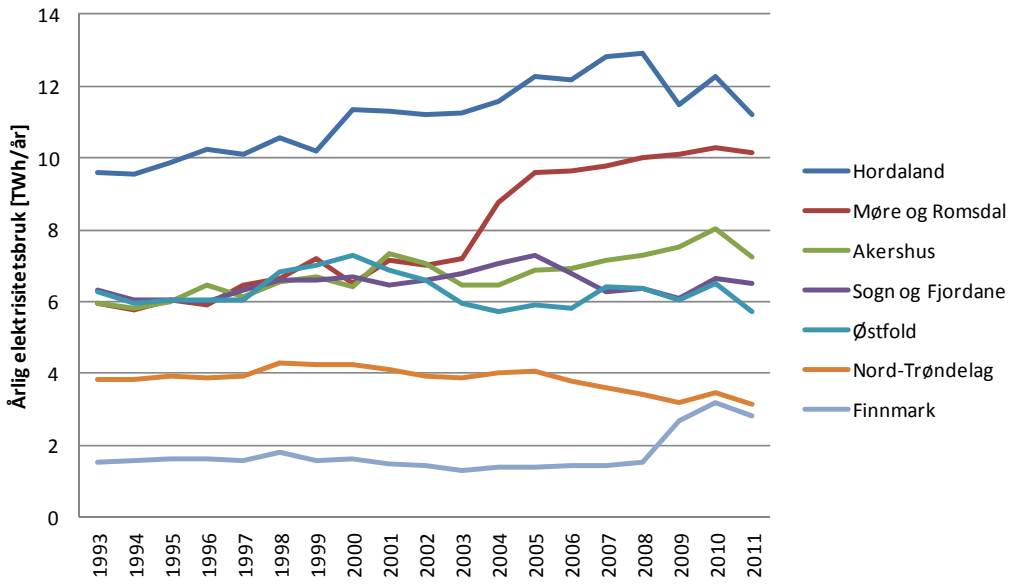


Figur 5.1 Investeringer i sentralnettet. Milliarder kroner. Faste priser. Kilde NVE

En annen grunn til behov for nye kraftledninger er at **elektrisitetsbruken flytter seg geografisk**. De siste 20 årene har det skjedd store endringer i elektrisitetsbruken innenfor kraftintensiv industri og petroleumssektoren. Mange fabrikker innenfor kraftintensiv industri er lagt ned. Det har bidratt til å redusere elektrisitetsbruken i de berørte områdene. I andre områder er det blitt etablert nye anlegg innen kraftintensiv industri og i petroleumssektoren, noe som har bidratt til å øke elektrisitetsbruken disse stedene.

Når nye kraftintensive bedrifter etableres i et område, eller eksisterende bedrifter gjør store utvidelser av produksjonskapasiteten, er det behov for mer kraft inn til det aktuelle området. Denne kraften kan da transporteres fra områder med overskudd på kraft. Eksempler på dette er den nye kraftlinjen fra Fardal i Sogn til Ørskog i Møre og Romsdal.

Figur 5.2 gir en oversikt over utvikling i årlig elektrisitetsbruk i de fylkene[18] i landet der bruken har endret seg mest siden 1993[19]. Det er fire fylker som skiller seg ut med en markert oppgang i elektrisitetsbruken. Det er Hordaland, Møre og Romsdal, Finnmark og Akershus. Felles for de tre førstnevnte fylkene er elektrifisering av anlegg innenfor petroleumssektoren. Store anlegg som Troll/Kollsnes i Hordaland, Ormen Lange i Møre og Romsdal og Snøhvit i Finnmark, har økt bruken av elektrisitet i disse fylkene kraftig[20]. I Finnmark har elektrisitetsbruken nesten doblet seg etter at gassanlegget på Melkøya ble satt i drift, men over 90 prosent av kraftbehovet til dette anlegget produseres i eget energiverk og belaster således ikke nettet. I Møre og Romsdal har elektrisitetsbruken gått opp med 70 prosent siden 1993. I dette fylket har det i tillegg til Ormen Lange blitt etablert og bygd ut flere fabrikker innenfor kraftintensiv industri de siste tjue årene.



Figur 5.2 Årlig elektrisitetsbruk i utvalgte fylker. Kilde SSB/NVE

[18] Fylkesgrenser stemmer ikke helt overens med nettområdene i Norge, slik at det kan være avvik mellom forbruk i fylker og tilhørende nettområder. For eksempel er Sør-Norge Aluminium med i oversikten over elektrisitetsbruk i Hordaland, men bedriften ligger utenfor BKK-området.
[19] 1993 er det første året vi har fullstendig statistikk for elektrisitetsbruk etter fylker. Tallene for 2011 er foreløpige tall og kan bli endret ved publisering av endelige tall.
[20] Figur 5.2 viser at forbruket i Hordaland har gått ned siden 2009. Dette har sammenheng med at flere bedrifter innenfor metallindustrien har redusert produksjonen, som en konsekvens av finanskrisen.

Det siste fylket med en markert oppgang i elektrisitetsbruken er Akershus. Akershus er fylket i landet med sterkest vekst i befolkning de siste 20 årene. Resultatet er en oppgang i elektrisitetsbruken på over 20 prosent siden 1993. Oslo har også hatt en kraftig vekst i befolkningen, men her har forbruket bare økt med seks prosent fra 1993 til 2011. Bakgrunnen for denne forskjellen kan være at innbyggerne i Akershus jevnt over bor i større boliger enn i Oslo, slik at det er større areal og brukes mer elektrisitet per innbygger i Akershus enn i Oslo. I tillegg er det etablert flere og større virksomheter innenfor tjenesteytende næringer i Akershus enn i Oslo siden 1993. Samlet elektrisitetsbruk i Oslo og Akershus var på ca. 16 TWh i 2011. Dette er 2 TWh høyere enn i 1993. I Oslo og Akershus er det ingen store kraftintensive bedrifter. Nesten alt forbruket går til boliger og yrkesbygg. Dette gjør elektrisitetsbruken i dette området svært følsom for endringer i utetemperatur. Dette ble tydelig i det kalde året 2010, da elektrisitetsbruken i dette området økte nesten ti prosent fra året før, til 17,7 TWh. Sterk historisk befolkningsvekst, og forventninger om fortsatt sterk vekst i befolkningen fremover, gir behov for å oppgradere kraftnettet rundt Oslo og Akershus.

Mens det er fire fylker som markerer seg med en markert oppgang i elektrisitetsbruken, er det tre fylker som har hatt en markert nedgang i forbruket de siste årene. Det er Østfold, Sogn og Fjordane og Nord-Trøndelag. Nedgangen i disse fylkene er et resultat av nedlagte fabrikker og anlegg innenfor kraftintensiv industri. De aktuelle fabrikkene er lagt ned etter år 2000, slik at det er særlig de siste årene at kraftbruken har gått ned. Dette vises i Figur 5.2.

En tredje grunn til behov for investeringer i kraftnettet er **økt krav til forsyningssikkerhet**. Samfunnets krav til forsyningssikkerhet har økt betydelig de siste tiårene. En viktig årsak til dette er økende avhengighet av elektronikk, elektrisk kommunikasjon, betalingsløsninger, IT og mye annet elektrisk utstyr. Sikker elektrisitetsforsyning er en forutsetning for at et moderne samfunn skal fungere. Dette er spesielt viktig i byer og tettsteder der mange av de samfunnskritiske institusjonene ligger, som sykehus og politi. Sikker elektrisitetsforsyning betyr at forbrukerne har elektrisitet selv om det oppstår en feil i en komponent et sted i kraftnettet. Flere byer i Norge har i dag ikke tilfredsstillende forsyningssikkerhet og kraftnettet må derfor bygges ut rundt disse byene for å gi tilstrekkelig forsyningssikkerhet.

Selv om dette kapitlet er konsentrert rundt bruk av elektrisitet, er **økt produksjon av elektrisitet** en annen viktig grunn til at det kan være nødvendig med flere kraftledninger. Samarbeidet mellom Norge og Sverige om å øke kraftproduksjonen basert på fornybare energikilder til 26,4 TWh fram til 2020 gjennom ordningen med elsertifikater, kan gi behov for investeringer i kraftnettet flere steder i Norge.

5.2 Maksimalforbruk og kraftnettet

Når man bygger kraftnettet må det tas høyde for den timen i året hvor elektrisitetsbruken er høyest. Dette kalles effekttopper, maksimallast eller maksimalforbruket i kraftnettet. Det vil si at det må være kapasitet i kraftsystemet til overføre den mengden kraft som er nødvendig når kraftbehovet er størst. Det høyeste makismalforbruket som er målt i Norge oppsto 6. januar 2010, med maksimalt effektuttak på 23 994 MW på en time.

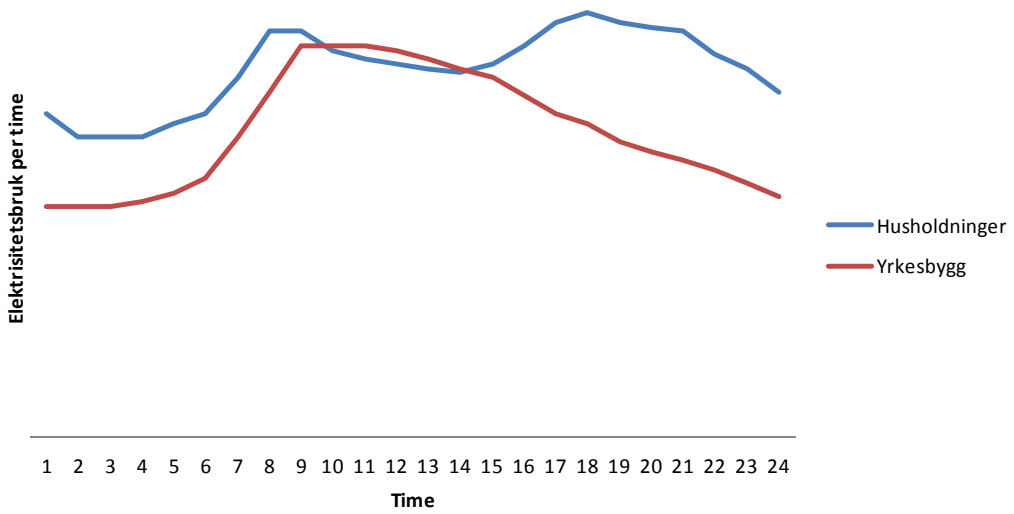
Effekt og maksimalforbruk

Ved analyser av elektrisitetsbruk er det vanlig å bruke enheten kilowattimer, eller kWh. Dette er beskrevet i faktaboksen om enheter i kapittel 2. Når man skal gjøre analyser av kraftnettet er det effekt målt i watt (W), eller makismalt forbruk i løpet av en time som er den relevante enheten. Nettet dimensjoneres i forhold til hvor mange watt som skal kunne gå gjennom nettet i løpet av en time.

Den maksimale effekten som kan gå gjennom en kraftledning i løpet av en time, kalles maksimallast, eller maksimalforbruk og betegner overføringskapasiteten for den aktuelle kraftledningen. I sentralnettet er det vanlig å bruke enheten MW (million watt) for å beskrive hvor mye elektrisitet som kan gå gjennom nettet i løpet av en time.

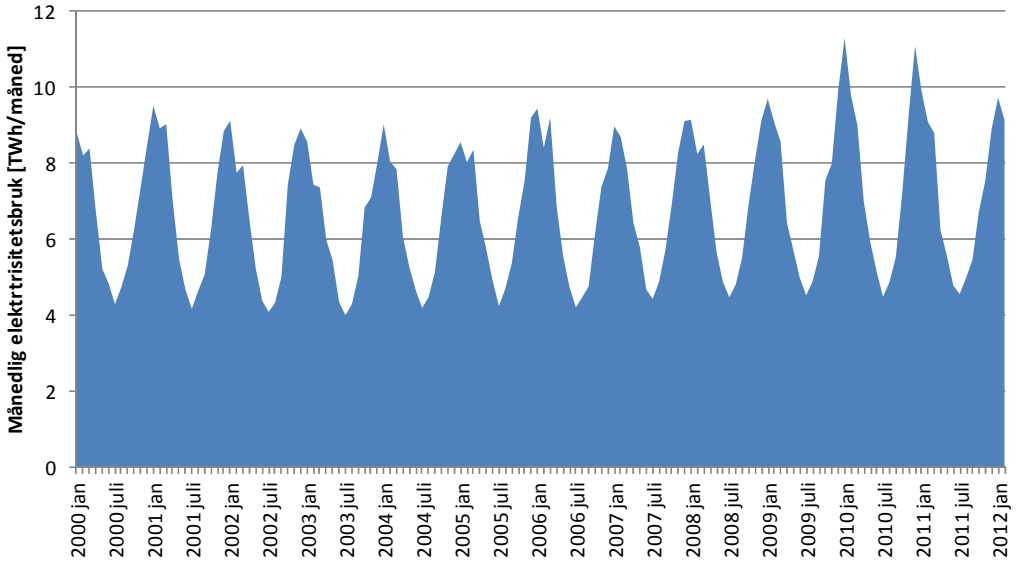
I løpet av døgnet oppstår maksimalforbruket oftest om morgenen mellom klokka åtte og ti. De fleste varmtvannstanker i Norge drives av elektrisitet og er laget slik at det starter å varme opp nytt vann så snart det er brukt varmtvann. Når mange dusjer før de går på jobb betyr dette at varmtvannstankene i mange hjem vil varme opp nytt vann fra klokka sju til ti om morgenen. I tillegg til elektrisitetsbruken i husholdningene, begynner tekniske anlegg i yrkesbygg å gå fra fem-sekstiden tiden om morgenen. Da kommer de første arbeiderne på jobb og trenger lys, ventilasjon og varme eller kjøling, avhengig av årstiden. Fra klokka åtte og utover dagen kjøres de flest tekniske anlegg i yrkesbygg for fullt.

Figur 5.3 illustrerer forbruksprofilen for elektrisitetsbruk over døgnet en ukedag for husholdninger og yrkesbygg. Figuren viser at det midt på natten (time 1-4) er et lavt forbruk, men at dette øker fra firetiden og når en forbrukstopp rundt klokka ni om morgenen for begge sektorene. Midt på dagen går forbruket i husholdningene noe ned, siden mange er på arbeid, for så å øke til en ny topp på ettermiddagen når folk er hjemme fra arbeid. I yrkesbygg går forbruket jevnt nedover fra midt på dagen og bidrar til at samlet elektrisitetsbruk i husholdninger og yrkesbygg er lavere om ettermiddagen enn om morgenen.



Figur 5.3 Illustrasjon av elektrisitetsbruk over døgnet i husholdninger og yrkesbygg. Kilde SSB/Statnett

I løpet av året brukes det mest elektrisitet vinterstid. På de kaldeste vinterdagene brukes det mye elektrisitet til oppvarming. To tredeler av årlig energibruk i boliger (se kapittel 3) og rundt 40 prosent av årlig energibruk i yrkesbygg går til oppvarming av rom. Mye av energien til romoppvarming i Norge er elektrisitet. Oppvarming er nødvendig i fyringssesongen, som typisk varer fra september til mai, mens det brukes minimalt med energi til oppvarming av rom i den varme årstiden fra mai til august. Det brukes over dobbelt så mye energi i boliger og yrkesbygg en kald vintermåned som en varm sommermåned. Dette illustreres i Figur 5.4, som viser månedlig elektrisitetsbruk for alminnelig forsyning[21] fra år 2000 til 2011. Figuren viser at samlet elektrisitetsbruk i alminnelig forsyning er på rundt 4 TWh midt på sommeren (juli), mens det i kalde vintermåneder (januar) er oppe i 8 – 10 TWh. Denne forskjellen skyldes i all hovedsak den høye bruken av elektrisitet til oppvarming av rom. Elektrisitet brukt til lys, apparater og varming av tappevann varierer lite over året. Figur 5.4 viser at dette mønsteret gjentar seg regelmessig for alle årene som er omfattet av figuren. I januar 2010 og januar 2011 var elektrisitetsbruken i alminnelig forsyning over 11 TWh, den høyeste bruken som er målt for en måned.

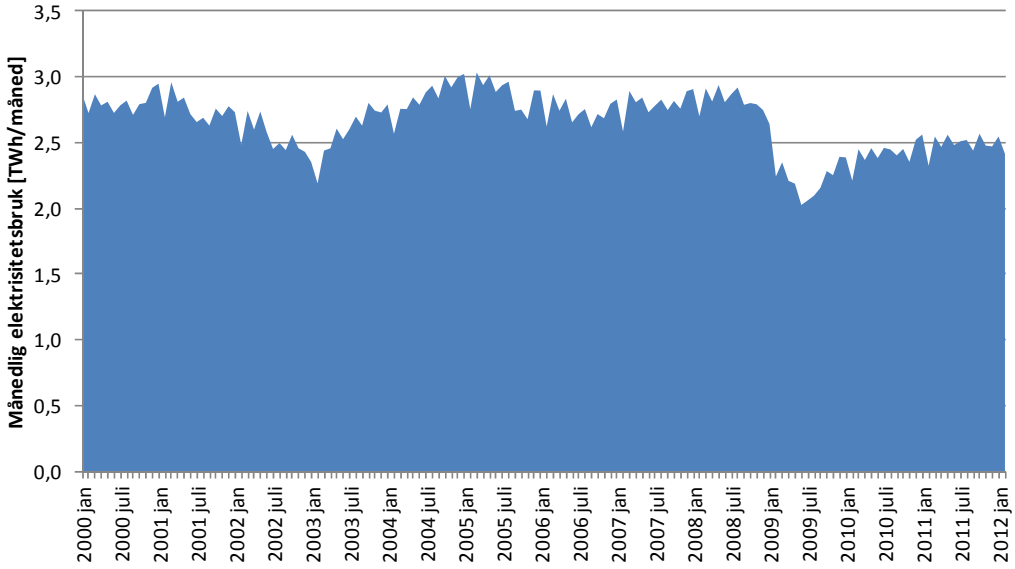


Figur 5.4 Månedlig elektrisitetsbruk i alminnelig forsyning. Kilde SSB

Mens elektrisitetsbruken i bygninger varierer over døgnet og året, er bruken av elektrisitet i industri og petroleumssektoren mer jevn. De store anleggene innenfor kraftintensiv industri og i petroleumssektoren skal helst gå jevnt året rundt for å sikre optimal drift. Figur 5.5 viser månedlig elektrisitetsbruk i de kraftintensive industrinæringene kjemiske råvarer og metallindustrien. Figuren viser at energibruken i kraftintensiv industri er mye jevnere over året enn i alminnelig forsyning og har ingen tydelige sesongmessige eller periodiske svingninger. Nye fabrikker i et område kan imidlertid øke maksimalforbruket i det aktuelle området betraktelig.

[21] Alminnelig forsyning omfatter her elektrisitetsbruk i husholdninger, tjenesteytende næringer, treforedling, annen industri, petroleumssektoren og transport.

Bruken av elektrisitet i industrien varierer lite over året, men påvirkes av økonomiske konjunkturer. Fra 1996 til år 2000 ble det etablert nye fabrikker og eksisterende fabrikker ble utvidet i takt med de gode konjunkturene på den tiden. I Figur 5.5 ser vi at dette ledet til høyere elektrisitetsbruk. Fra 2001 kom dårligere tider. Det ble produsert og brukt mindre elektrisitet. Høsten 2003 ble konjunkturene bedre igjen, produksjonen økte og nye fabrikker ble åpnet. Finanskrisen i 2009 førte til en ny kraftig nedgang i produksjon og elektrisitetsbruk i disse næringene og flere fabrikker ble lagt ned.



Figur 5.5 Månedlig elektrisitetsbruk i kjemiske råvarer og metallindustrien. Kilde SSB

Siden elektrisitetsbruken i Norge er høyest om vinteren og den høyeste bruken over døgnet er rundt klokka ni om morgenen, er maksimalforbruket i Norge om morgenen på kalde vinterdager. Da brukes det mye elektrisitet til oppvarming av rom både i boliger og yrkesbygg, samtidig som varmtvannstankene går for fullt.

5.3 Hvilke tiltak kan redusere maksimalforbruket om vinteren?

Siden maksimalforbruket av elektrisitet i Norge oppstår på kalde dager om vinteren, og mye av dette forbruket skyldes romoppvarming, er tiltak for å **redusere bruk av elektrisitet til romoppvarming** i boliger og yrkesbygg de mest effektive tiltakene for å redusere behovet for investeringer i kraftnettet**.** Det høye forbruket i 2010 viste tydelig hvor mye utetemperatur betyr for elektrisitetsbruken i bygninger og hvor tiltak for å redusere maksimalforbruket bør settes inn.

Husholdningsstudiet til Vestlandsforskning viste at energieffektivisering og konvertering til mer effektive oppvarmingssystemer har betydd mye for å holde energibruken i husholdningene nede (Vestlandsforskning, 2011). Nye strenge tekniske forkrifter for

bygninger og økonomisk støtte fra Enova vil fremover bidra til å dempe oppvarmingsbehovet i yrkesbygg og husholdninger. Signalene i klimameldingen, om passivhus fra 2015, vil ytterligere redusere behovet for romoppvarming i bygg. I Figur 3.15 er det vist hvordan energi til romoppvarming reduseres i forhold til dagens hus ved bygging av lavenergihus og passivhus og siden elektrisitet er den mest brukte energivaren til romoppvarming i Norge, er det elektrisitetsbruken som vil reduseres mest ved bygging av passivhus.

Det er også mulig å **forskyve noe av forbruket fra forbrukstoppene** om morgenen til andre tider på døgnet. For eksempel ved tidsinnstilling av varmtvannstanker i husholdningene, slik at disse starter å varme opp nytt vann senere på dagen. Ved innføring av AMS (Avanserte måle- og styringssystemer) kan dette bli mer aktuelt. En viktig motivasjon for at folk skal være villig til å flytte noe av forbruket sitt til andre tider på døgnet, er at det er vesentlige lavere priser på elektrisitet disse timene enn i timene om morgenen med maksimalforbruk.

Når store anlegg legges ned eller bygges opp et sted kan det oppstå kapasitetsproblemer i kraftnettet i de aktuelle områdene. Det er imidlertid et overordnet politisk mål i Norge å legge til rette for næringsvirksomhet, slik at det er vanskelig å innføre tiltak som nekter bedrifter å etablere seg i et område. De mest effektive virkemidlene for å redusere nettbelastning fra store kraftbrukere er **systemvern**[22] **og utkoblbar kraft**. Det vil si at hele, eller deler av elektrisitetsbruken til disse store anleggende kan kobles ut ved kapasitetsproblemer i nettet.

[22] Systemvern betyr at systemansvarlig (Statnett) kan kreve installasjon av utstyr for automatisk inngrep i kraftsystemet for å hindre sammenbrudd i regional- og sentralnettet. Det vil i praksis si utkobling av hele eller deler av forbruket til store kraftbrukere ved anstrengt kraftsituasjon i et område.

6 Referanseliste

Bennich, P. (u.d.). Hentet 05 15, 2012 fra http://www.energimyndigheten.se/Global/Forskning/AES/Forskningsarena%20Katrineholm%2025-26%20aug/Peter_Bennich.pdf

Bygningsmeldingen. (2012). *Meld. St. 28.* Kommunal- og regionaldepartementet.

Bøeng, A. C. (2011). Hvordan kan Norge nå sitt mål om fornybar energi i 2020? *Økonomiske analyser 6/2011*.

Dokka, & Andresen. (2011). *Energieffektive boliger for fremtiden.*

Dokka, T. H., & Hermstad, K. (2006). *Energieffektive boliger for fremtiden - En håndbok for planlegging av passivhus og lavenergiboliger.* Trondheim: Sintef Byggforsk.

Econ Pöyry og Nobio. (2008). *Virekmidler for andregenerasjons biodrivstoff.* Oslo: Econ Pöyry.

Elektronikkbransjen, S. (2012). Database for registrering av salg av energimerker.

Energibruksrapporten. (2011). *NVE Rapport nr 9/2011, Energibruk, Energibruk i Fastlands-Norge.*

Energimyndigheten. (2007). *Hushåll och energibeteende.* Energimyndigheten.

Energiutredningen. (2012). *NOU 2012:9 Energiutredningen - Verdiskapning, forsyningssikkerhet og miljø.* Olje- og energidepartementet.

Enova. (2012). *Potensial- og barrierestudie, Energieffektivisering i norske bygg.* Enova.

EU. (2010). *DIRECTIVE 2010/31/EU on the energy performance of buildings (recast).* EU.

Grinden, B., & Feilberg, N. (2009). *Analysis of Monitoring Campaign in Norway.* SINTEF.

Grønn Bil. (2011, februar 01). *Grønn Bil*. Hentet 05 2012 fra http://gronnbil.no/nyheter/3-392-elbiler-i-norge-article113-239.html

HOG Energi. (2010). *Biogass som drivstoff for busser.*

I.Andresen, K.Bruvik, C.Grini, K.Sjøstrand, M.Thyholt, & T.Wigenstad. (2010). *Miljøvennlig varmeforsyning til lavenergi og passivhus.* Sintef Byggforsk.

IT Energy. (2008). *ELMODEL-bolig. Nye husholdningsapparaters elforbrug 1970-2006.* IT Energy.

IT-Energy. (u.d.). *Emodel-bolig*. Hentet 05 30, 2012 fra Emodel-bolig: http://www.elmodelbolig.dk/

Klimameldingen. (2012). *Meld. St. 21, Norsk klimapolitikk.* Miljøverndepartementet.

Klöckner, C. A. (2011). *Energy related behaviour in Norwegian households.* Trondheim: NTNU.

Kofod, C. (2005). *Elforbrugets sammensætning - Slutforbrugsanalyse på basis af målinger i 100 boliger i Odense.* Virum: Energy Piano.

Lovdata. (2007). *Forskrift om krav til byggverk og produkter til byggverk (TEK).* Hentet fra http://www.lovdata.no/for/sf/kr/xr-19970122-0033.html

Meld. St. 21, Norsk klimapolitikk. (2012). Miljøverndepartementet.

MET. (2012, 07 02). Klimadata fra Metreologisk institutt. Oslo.

Myhre, L., & Dokka, T. (2006). *Energieffektive løsningeri småhus.* Byggforsk - Norges byggforskningsinstitutt.

Nettmeldingen. (2012). *Meld. St. 14, Vi bygger Norge - om utbygging av strømnettet.* Olje- og energidepartementet.

Norsk Standard. (2010). NS 3700:2010 Kriterier for passivhus og lavenergiboliger.

Odyssée. (u.d.). *free energy indicators*. Hentet 07 01, 2012 fra http://www.odyssee-indicators.org/online-indicators/

Prognosesenteret. (2012). *Potensial- og barrierestudie - Energieffektivisering av norske boliger*. Enova.

Rouhiainen, V. (2009). Decomposing Electricity Use of Finnish Households to Appliance Categories., (s. 18).

Sexton, S. E., & Sexton, A. L. (2011). *Conspicuous Conservation: The Prius Effect and Willingness to Pay for Environmental Bona Fides.* University of California og University of Minnesota.

SINTEF. (2006, 09 27). *REMODECE*. Hentet 05 30, 2012 fra REMODECE: http://www.sintef.no/SINTEF-Energi-AS/Prosjektarbeid/USELOAD-/REMODECE/

SINTEF. (2009). *Analysis of Monitoring Campaign in Norway.* Trondheim: REMODECE.

SINTEF. (u.d.). *Electricity demand knowledge*. Hentet 09 07, 2012 fra http://www.sintef.no/Projectweb/ElDeK/

SINTEF Energiforskning. (2010). *State-of-the-art Projects for estimating the electricity end-use demand.* SINTEF.

SSB. (2008). *Biodrivstoff i Norge og Europa. Biodrivstoff - et omstridt miljøtiltak.* Hentet 2012 fra http://www.ssb.no/ssp/utg/200804/11/

SSB. (2011). *Husholdningenes energibruk*. Hentet 07 01, 2012 fra http://www.ssb.no/emner/01/03/10/husenergi/tab-2011-04-19-01.html

SSB. (2011). *www.ssb.no*. Hentet 06 01, 2012 fra http://www.ssb.no/emner/01/03/10/husenergi/tab-2011-04-19-01.html

SSB. (2012, 10 15). *4 Forbruk av ulike energibærere, etter hustype og husholdningsstørrelse. Tilført energi per husholdning i gjennomsnitt og konfidensintervaller for energibruk. 2009* . Hentet fra http://www.ssb.no/emner/01/03/10/husenergi/tab-2011-04-19-04.html

SSB. (2012, 5 3). *http://www.ssb.no/emner/01/03/10/energiregn/*. Hentet 6 26, 2012

SSB. (2012, 07 02). OED-filen. Oslo.

Statistics Finland. (2011). *Household energy consumption – final report.* Statistics Finland.

Statnett. (2011). *Nettutviklingsplan 2011*. Oslo: Statnett.

Stieldorf, K., Juri, H., Haider, R., König, U., & Unzeitig, U. (2001). *Analyse des NutzerInnenverhaltens in Gebäuden mit Pilot- und Demonstrationscharakter.* Wien: Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie.

Vestlandsforskning. (2011). *Trender og drivere for energibruk i norske husholdninger*. NVE.

Wikipedia. (2012, 05 14). *Motivasjon - Wikipedia*. Hentet 05 15, 2012 fra http://no.wikipedia.org/wiki/Motivasjon

Xrgia. (2011). *Energibruk i lavenergi- og passivbygg.* Oslo: Energi Norge.

Xrgia. (2011). *Hovedundersøkelse for elektrisitetsbruk i husholdningene.* Oslo: NVE.

Zimmermann, J. P. (2009). *End-use metering campaign in 400 households n Sweden.* ENERTECH.

Denne serien utgis av Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE)

Utgitt i Rapportserien i 2012

Nr. 1 Kvikkleireskred ved Esp, Byneset i Trondheim. Kari Øvrelid (20 s.)

Nr. 2 Årsrapport for tilsyn 2011 (40 s.)

Nr. 3 Første inntrykk etter ekstremværet Dagmar, julen 2011 (28 s.)

Nr. 4 Energy consumption. Energy consumption in mainland Norway (59 s.)

Nr. 5 Climate change impacts and uncertainties in flood risk management: Examples from the North Sea Region (62 s.)

Nr. 6 Kvartalsrapport for kraftmarknaden. 4. kvartal 2011. Finn Erik Ljåstad Pettersen (red.) (86 s.)

Nr. 7 Statistikk over nettleie i regional- og distribusjonsnettet 2012. Inger Sætrang (53 s.)

Nr. 8 Flomrisikoplan for Gaula ved Melhus. Et eksempel på en flomrisikoplan etter EUs flomdirektiv (78 s.)

Nr. 9 Inntak Viddal – FoU-prosjekt på tilbakespyling. Sluttrapport. Jan Slapgård (31 s.)

Nr. 10 Oversikt over vedtak og utvalgte saker. Tariffer og vilkår for overføring av kraft 2011 (15 s.)

Nr. 11 Flomsonekart: Delprosjekt Ålen: Kjartan Orvedal, Julio Pereira

Nr. 12 NVEs årsmelding 2011

Nr. 13 Vannet vårt. Hydrologi i Norge 2011

Nr. 14 Capacity building in Hydrological Services Course in Water Level recording and Data Processing at Ministry of Water and Energy 13th – 16th February 2012. Documentation (23 s.)

Nr. 15 Landsomfattende mark- og grunnvannsnett. Drift og formidling 2011. Jonatan Haga og Per Alve Glad (40 s.)

Nr. 16 Challenges in Flood Risk Management Planning. An example of a Flood Risk Management Plan for the Finnish-Norwegian River Tana. Eirin Annamo (59 s.)

Nr. 17 Kvartalsrapport for kraftmarknaden. 1. kvartal 2012. Finn Erik Ljåstad Pettersen (red.)

Nr. 18 Eksempelsamling. Risiko- og sårbarhetsanalyser for kraftforsyningen

Nr. 19 Annual Report 2011 The Norwegian Energy Regulator

Nr. 20 Flomberegning for Levangselva. Lars-Evan Pettersson

Nr. 21 Driften av kraftsystemet 2011. Karstein Brekke (red.)

Nr. 22 Annual report 2009 The cooperation between the Norwegian Agency for Development Cooperation (Norad), the Ministry of Foreign Affairs (MFA) and the Norwegian Water Resources and Energy Directorate (NVE)

Nr. 23 Flaumsonekart. Delprosjekt Naustdal Siss-May Edvardsen, Camilla Meidell Roald

Nr. 24 Årsrapport for utførte sikrings- og miljøtiltak 2011

Nr. 25 Kvartalsrapport for kraftmarknaden. 2. kvartal 2012. Finn Erik Ljåstad Pettersen (red.)

Nr. 26 Glimt fra NVEs historie. Per Einar Faugli

Nr. 27 Glimses form the history of NVE. Per Einar Faugli

Nr. 28 Regiontjenesten 100 år. Per Einar Faugli

Nr. 29 Flomsonekart. Delprosjekt Vigeland. Per Ludvig Bjerke og Julio Pereira

Nr. 30 Energibruksrapporten 2012. Energibruk i husholdningene.

Nr. 31 Flom og stor vannføring forårsaket av ekstremværet Frida august 2012

Nr. 32 Bioressurser i skog – kartlegging av økonomisk potensial. Even Bergseng, Tron Eid, Per Kristian Rørstad og Erik Trømborg, UMB

Nr. 33 Naturfareprosjektet: Kvikkleireworkshop. En nasjonal satsing på sikkerhet i kvikkleireområde. Teknologidagene, Trondheim, 2012

Nr. 34 Naturfareprosjektet: Delprosjekt Kvikkleire. Datarapport for Kvikkleireskred ved Esp i Byneset i januar 2012

Nr. 35 Naturfareprosjektet: Delprosjekt Kvikkleire. Datarapport for Kvikkleireskred ved Esp i Byneset i januar 2012 Naturfareprosjektet: Skredvarsling, beredskap og sikring Erfaringer fra studietur til Ministry of Transportation (British Columbia) og Canadian Avalanche Center Teknologidagene, Trondheim, 2012

Nr. 36 Tid for ny markedsdesign? Finn Erik Ljåstad Pettersen, Anne Sofie Ravndal Risnes

Norges
vassdrags- og
energidirektorat

Norges vassdrags- og energidirektorat

Middelthunsgate 29
Postboks 5091 Majorstuen
0301 Oslo

Telefon: 09575
Internett: www.nve.no