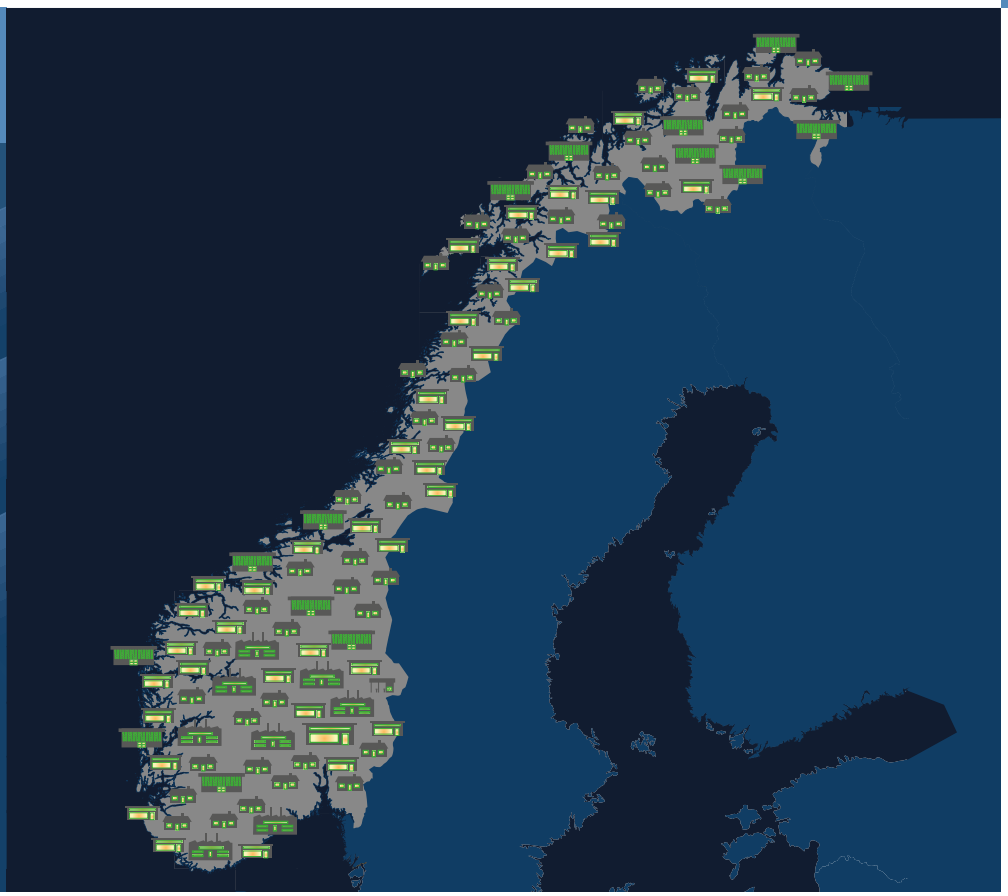
Energibruksrapporten 2013

11
2014



RAPPORT

Energibruksrapporten 2013

Fremtidens energibruk i bygninger

Rapport nr 11/2014

Energibruksrapporten 2013 – Fremtidens energibruk i bygninger

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat

Redaktører: Dag Spilde og Benedicte Langseth

Forfatter: Benedicte Langseth, Ingrid H. Magnussen og Dag Spilde

Trykk: NVEs hustrykkeri

Opplag: 50

Forside: Rune Stubrud, NVE

Emneord: Energibruk, energibruksutvikling, yrkesbygg, passivbygg, plussbygg, energieffektivisering, effektbehov, energimerking, økodesign, energieffektiv belysning, energieffektive apparater og utstyr, temperaturkorrigering

ISBN 978-82-410-0959-4

ISSN 1501-2832

Norges vassdrags- og energidirektorat

Middelthunsgate 29

Postboks 5091 Majorstua

0301 OSLO

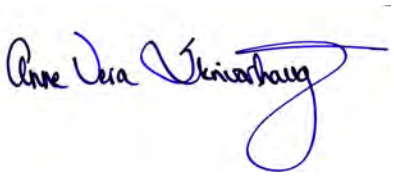
Telefon: 09575

Forord

Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) gir ut Energibruksrapporten årlig, og årets utgave er den tredje i rekken. Hver utgave av rapporten inneholder en oversikt over utviklingen i energibruk i Fastlands-Norge, inkludert siste tilgjengelige statistikk, samt et utvalgt hovedtema. Hovedtemaet i Energibruksrapporten 2013 er fremtidens energibruk i bygninger, det vil si boliger og yrkesbygg. Rapporten gir en beskrivelse av hvordan det er forventet at man vil bygge fremover, og av nye teknologier som vil påvirke energibruken i bygningssektoren, og omtaler hvordan det er forventet at dette vil påvirke energibruken i bygningsmassen

Denne rapporten beskriver nye bygningsstandarder og teknologier som vil prege fremtidens energibruk i bygninger og drøfter hvordan de vil påvirke energi- og kraftsystemet i Fastlands-Norge. Dette er viktig informasjon for å forstå effekten av offentlige tiltak og virkemidler rettet mot energieffektivisering i bygninger.

Oslo, februar 2014



Anne Vera Skrivarhaug

avdelingsdirektør

Birger Bergesen

seksjonssjef

Innhold

Forord **3**

Sentrale begrep i denne rapporten **5**

Sammendrag **6**

1 Innledning **7**

2 Utvikling i energibruk i Norge **8**

2.1 Samlet energibruk i Fastlands-Norge 8

2.2 Hvor effektivt brukes energien i Fastlands-Norge? 12

3 Fremtidens energisystemer i bygg **19**

3.1 Mer energieffektive bygninger 19

3.1.1 Passivbygg 20

3.1.2 Plussbygg 25

3.2 AMS og Smartnett 26

3.2.1 AMS (automatisk måle- og styringssystem) 26

3.2.2 Smartnett 30

3.3 Energieffektive apparater og belysning 30

4 Hvordan påvirker energibruk i bygg energisystemet i Norge? **35**

4.1 Økende årlige variasjoner i elektrisitetsbruken 35

4.2 Sentrale drivere for energibruk fremover 37

4.2.1 Drivere for økt energibruk 38

4.2.2 Drivere for lavere energibruk 39

4.2.3 Andre drivere for energibruk i bygg 40

5 Temperaturkorrigering av energibruken **42**

Referanser **46**

Sentrale begrep i denne rapporten

Begreper	Forklaring
Energibruk	Bruk av alle typer energivarer (elektrisitet, fjernvarme, olje, gass, kull, bioenergi, bensin/diesel).
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.
Stasjonær energibruk	Sluttbruk av energi unntatt energi brukt til transport.
Energisektoren	Omfatter her produsenter av energi, som olje, gass, fjernvarme, elektrisitet med mer.
Petroleumssektoren	Omfatter her produsenter av olje, gass og raffinerte petroleumsprodukter.
Transport	Alle typer passasjer- og godstransport, både privat og næring.
Energiintensiv industri	Industrinæringene metallindustri, kjemiske råvarer, treforedling og mineralsk industri.
Annen industri	Ikke-kraftintensive industrinæringer.
Energieffektivitet	Hvor effektivt energien blir brukt, som energibruk per person, per produsert enhet og lignende. Måles i enheter som kWh/person og GWh/produksjon i kroner.
Bygg/bygninger	Omfatter alle typer bygninger, boliger og yrkesbygg.
Boliger	Boliger brukt i husholdninger.
Yrkesbygg	Alle typer yrkesbygg, kontorbygg, kjøpesenter, undervisningsbygg, industribygg og mange flere.
Temperaturkorrigert energibruk	Faktisk energibruk korrigert til hva den hadde vært om temperaturen ute hadde vært lik et 'normalår'.
AMS	Avansert måle- og styringssystemer.

Sammendrag

Et sentralt tema i Energibruksrapporten 2013 er sammenhengen mellom elektrisitetsbruk, elektrisk effekt og utetemperatur. Elektrisk effekt, her målt som elektrisitetsbruk per time, vokser raskere enn årlig elektrisitetsbruk. Siden midten av 1970-årene har maksimalforbruket av elektrisitet per time vokst med 100 prosent, mens årlig elektrisitetsbruk har vokst 73 prosent. Flere energieffektiviserende tiltak, som varmepumper, har bidratt til å redusere veksten i årlig elektrisitetsbruk, men ikke maksimal effekt. Dette kommer av at virkningsgraden i varmepumper reduseres når det blir svært kaldt. Det ble satt ny rekord i elektrisitetsbruk per time i Norge 23. januar 2013.

Mer energieffektive bygg og automatisk måle- og styringssystem er energisystemene og teknologiene som i størst grad vil prege energibruk i bygninger fremover. En eventuell innføring av passivbyggnivå som standard for bygninger fra 2015 vil ha mye å si for energieffektivitet i bygninger. Både nye og rehabiliterte bygg vil med dette få lavere årlig energibruk og lavere bruk av energi til oppvarming om vinteren. Det siste vil ha spesielt mye å si for maksimalbelastningen i det norske kraftnettet. AMS kan gi strømkundene større bevissthet rundt strømforbruket sitt og insentiver til å endre det. Blant annet kan de flytte noe av strømbruken sin bort fra tidspunktet på døgnet med høyest strømforbruk og høy pris på strøm.

Årets rapport presenterer også et sett av indikatorer for å måle utvikling i energieffektivitet i ulike sektorer. Analysen viser nedgang i energibruk per enhet i alle sektorer siden 1970-årene. Nedgangen er en kombinasjon av energieffektivisering, strukturelle endringer, teknologisk utvikling og bedret arbeidskraftproduktivitet.

Store deler av energibruken i Norge går til oppvarming og varierer med utetemperatur. Dette kan gi betydelige forskjeller mellom energibruken i kalde og varme år. For å få et riktig bilde av utvikling i energibruk over tid normaliserer vi energibruken ved hjelp av graddagskorrigering. Denne metodikken tar hensyn til utetemperatur og kalde dager med høyt oppvarmingsbehov.

1 Innledning

Det har de siste årene kommet nye krav til energi i bygninger og til elektriske apparater. Tekniske forskrifter fra 2007 og 2010 har satt nye rammer for energibruk i boliger og yrkesbygg og energimerkedirektivet og økodesigndirektivet har tilsvarende satt minimumskrav til bruk av energi i elektriske apparater og i energirelaterte produkter. Sammen med nye tekniske løsninger for oppvarming, som varmepumper, har dette endret energibruken i mange bygg.

Fremover vil flere faktorer prege energibruken i boliger og yrkesbygg, blant de viktigste er nye energirammer i bygg fra 2015, innføring av AMS (automatisk måle- og styringssystem) og en eventuell utfasing av oljefyr. I tillegg kommer det stadig flere plussbygg, som produserer mer energi enn de bruker. Dette er bygg som kan levere elektrisitet til kraftnettet i overskuddssituasjoner og som bruker elektrisitet fra nettet når det er behov for det.

Hovedtema i årets rapport er fremtidens energisystemer og energibruk i bygninger og hvordan dette påvirker kraftsystemet i Norge. Her er både beskrivelser og illustrasjoner av ulike energisystemer og drøfting av hvordan drivere vil påvirke energibruken fremover.

Denne rapporten er den tredje årlige Energibruksrapporten NVE utgir, og starter som vanlig med en oversikt over utvikling i samlet energibruk i Fastlands-Norge siste året og viser utvikling i energibruk siden 1970-årene. Nytt av året er et kapittel om indikatorer for energibruk, som viser utvikling i energiintensitet siden 1970-årene. Til sammen skal dette gi leseren et godt grunnlag for å forstå hovedtemaet i årets rapport.

Siste kapitlet er eget temakapittel om temperaturkorrigering av energibruk i husholdninger og i tjenesteytende næringer. Utetemperatur kan gi store årlige variasjoner i energibruken i disse sektorene og for å se reell utvikling i energibruk over tid, kan graddagskorrigering av årlig energibruk være en relevant metode. Kapittel 5 viser hvordan dette kan gjøres.

2 Utvikling i energibruk i Norge

Samlet energibruk i Fastlands-Norge steg med 1,4 prosent fra 2011 til 2012. Oppgangen skyldes i hovedsak kaldere vær og mer energi til oppvarming. Utetemperaturen i 2012 var på nivå med gjennomsnittet de siste tretti år, mens 2011 var et av de mildeste årene de siste hundre år. Analyser av energiintensitet viser nedgang i energiintensitet i alle sektorer. Dette er en kombinasjon av energieffektivisering, strukturelle endringer, teknologisk utvikling og bedret arbeidskraftproduktivitet.

2.1 Samlet energibruk i Fastlands-Norge

Samlet energibruk i Fastlands-Norge omfatter sluttbruk av energi[1] og energi brukt i energisektoren på fastlandet[2]. 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 egen energi på norsk sokkel er ikke inkludert i denne rapporten.

Foreløpige tall viser at samlet energibruk i Fastlands-Norge økte fra 235 TWh i 2011 til 238 TWh i 2012, tilsvarende en oppgang på 1,4 prosent. Oppgangen skyldes i hovedsak kaldere vær og høyere behov for energi til oppvarming i boliger og yrkesbygg. Mens 2011 var et av de mildeste årene som er målt de siste hundre årene, var det i 2012 en utetemperatur omtrent på normalen for de siste 30-40 årene. Dersom man normaliserer energibruken i forhold til utetemperaturen, blir økningen fra 2011 til 2012 i underkant av 0,5 prosent.

Det har vært en liten økning i energibruk i energisektoren fra 2011 på grunn av økt bruk av elektrisitet til petroleums-næringen. Innen energiintensiv industri har det derimot vært en nedgang i

Energibruk og energiinnhold

Energibruk er bruk av alle energivarer. Energivarene kan deles inn i sju hoved-grupper; elektrisitet, fjernvarme, olje, kull, gass, bioenergi og bensin/diesel.

Energivarene regnes om til kWh (kilowattimer). Statistisk Sentralbyrå bruker gjennomsnittsverdier for å regne om energiinnholdet til kWh. Nedenfor følger en oversikt over SSBs omregningsfaktorer for de mest brukte energivarene. Elektrisitet og fjernvarme selges i kWh og trenger ikke omregningsfaktorer.

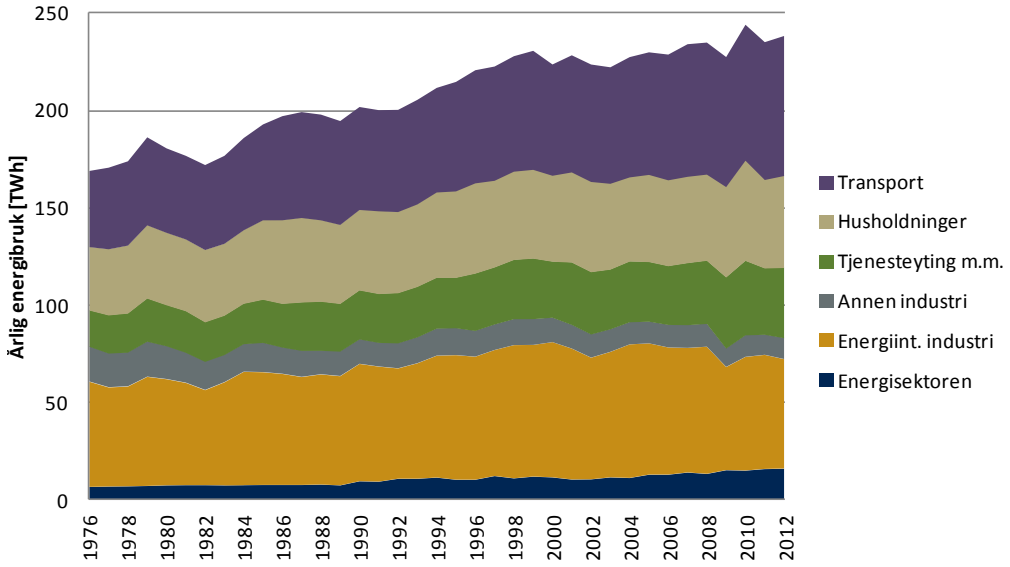
Kull og koks	7 800 kWh/tonn
Naturgass	11 800 kWh/1000 Sm^3
Bensin	12 200 kWh/tonn
Diesel og lett fyringsolje	12 000 kWh/tonn
Ved	2 200 kWh/fast m^3

[1]Sluttbruk av energi tilsvarer innenlands sluttbruk av energi i SSBs Energibalanse.

[2]Energisektoren i Fastlands-Norge omfatter produksjon av elektrisitet, fjernvarme, landanlegg innen petroleumssektoren, raffineriene og plattformer som får kraft fra land. Energivarer brukt som råstoff er ikke inkludert.

energibruk. Dette skyldes nedleggelser av bedrifter innenfor trefordeling og kjemiske råvarer i 2012. I tillegg har noen industribedrifter redusert produksjonen i 2012 på grunn av vanskelig markeder. Totalt sett medførte dette en nedgang i energibruk innen energiintensiv industri på i overkant av 2 TWh fra 2011 til 2012.

Innen transport viser foreløpige tall en liten oppgang i bruk av drivstoff fra 2011 til 2012. Selv om bensin og diesel er de dominerende energivarene, skriver SSB i foreløpig energibalanse for 2012, at bruken av biodrivstoff øker.



Figur 2-1 Energibruk etter sektor i Fastlands-Norge. Kilde SSB (bearbeidet av NVE).

Tabell 2-1 viser energibruk for utvalgte år etter samme sektorinndeling som i Figur 2-1. 1976 er det første året med fullstendige tall for samlet energibruk i Norge og 2012 det siste. Siden 1976 har det vært en kraftig vekst i energibruken til transport, i tjenesteytende næringer og i energisektoren. Mens veksten i de to første sektorene i stor grad kommer av befolkningsvekst og økonomisk vekst, skyldes veksten i energibruken i energisektoren økt aktivitet på norsk sokkel og elektrifisering av petroleumsanlegg.

Energibruken i energiintensiv industri[3] er derimot snart nede på nivå med 1980, etter flere vanskelige år med mange nedleggelser. Nedgangen i annen industri kan skyldes omlegging av statistikk på åttitallet, men kan også skyldes nedleggelser og energieffektivisering.

Energibruken i husholdninger og tjenesteytende næringer var betydelig høyere i 2010 enn årene før og etter og dette skyldes at 2010 var et svært kaldt år i Norge. Dette vises både i Figur 2-1 og i Tabell 2-1. Ved kalde år brukes det mye energi til romoppvarming i bygninger.

[3] Energiintensiv industri er treforedling, kjemiske råvarer, metallindustrien og mineralsk industri (sement, kalk og gips).

Tabell 2-1 Energibruk etter sektor i Fastlands-Norge. Kilde SSB (bearbeidet av NVE)

	1976	1980	1990	2000	2010	2012	Endring 76-12
	TWh	TWh	TWh	TWh	TWh	TWh	Prosent
Transport	39,2	43,4	52,9	57,2	69,9	72,0	84 %
Husholdninger	32,4	37,1	41,3	44,3	51,6	47,3	48 %
Tjenesteyting m.m.	18,7	21,1	25,2	28,8	38,2	36,0	93 %
Annen industri	18,2	17,2	12,8	12,7	11,3	11,0	-40 %
Energiint. industri	53,8	54,3	60,0	67,0	58,1	56,0	4 %
Energisektoren	6,7	7,5	9,6	11,6	15,1	16,1	140 %

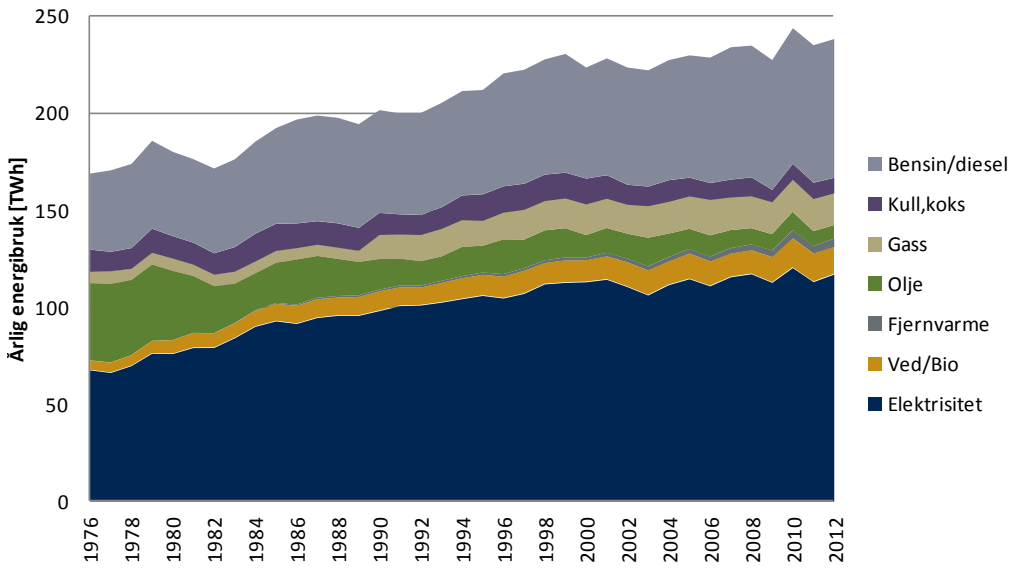
Enheter

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 energi hvert år.

Elektrisitet er den meste brukte energivaren i Fastlands-Norge og sto for 50 prosent av samlet energibruk. Figur 2-2 og Tabell 2-2 viser at mens det var en betydelig vekst i elektrisitetsbruken fra midten av 1970-årene og frem til årtusenskiftet, har veksten avtatt siden slutten av 1990-årene. Dette henger blant annet sammen med energieffektivisering i alle sektorer og nedleggelser av fabrikker i industrien. Den eneste sektoren som nå har betydelig vekst i bruken av elektrisitet er petroleumsnæringen.



Figur 2-2 Energibruk etter vare i Fastlands-Norge. Kilde SSB (bearbeidet av NVE).

Den nest største gruppen av energivarer er bensin og diesel og dette kommer av veksten i transport siden 1970-årene. Ellers viser Figur 2-2 og Tabell 2-2 at bruk av gass, fjernvarme og bioenergi har økt kraftig siden 1970-årene, mens det har vært en nedgang i bruk av kull og olje (fyringsolje) i samme periode. Gass brukes mest i industri og petroleumsnæringen og det er nye anlegg innen disse næringene som har bidratt til mesteparten av oppgangen i bruk av gass. Bioenergi og fjernvarme har delvis erstattet fyringsolje.

Tabell 2-2 Energibruk etter vare i Fastlands-Norge. Kilde SSB (bearbeidet av NVE).

	1976 TWh	**1980** TWh	**1990** TWh	**2000** TWh	**2010** [TWh]	**2012** [TWh]	**Endring 76-12** Prosent
Bensin/diesel	39,2	43,4	52,9	57,2	69,9	71,5	82 %
Kull/koks	11,5	11,5	11,4	13,3	8,2	8,0	- 30 %
Gass	6,0	6,6	12,7	16,1	16,8	16,7	178 %
Olje	40,0	35,9	15,9	11,6	9,5	7,0	- 83 %
Fjernvarme	0	0	0,9	1,5	4,3	4,4	-
Bioenergi	4,7	6,8	9,9	11,0	14,9	13,8	192 %
Elektrisitet	67,6	76,0	98,2	112,4	120,6	117,0	73 %

2.2 Hvor effektivt brukes energien i Fastlands-Norge?

I tillegg til å se på endringer i energibruk er det interessant å se om energien brukes mer effektivt. Det vil si om det brukes mindre energi per person, per produsert enhet, per årsverk eller andre relevante aktivitetsmål. Dette kalles her indikatorer for energieffektivitet. Hvor effektivt energien brukes måles i enheter som kWh per person og GWh per milliard faste kroner. Nedgang i kWh per person eller GWh per milliard kroner betyr at energien brukes mer effektivt enn tidligere.

Effektiv energibruk er viktig for å begrense vekst i energibruk, energikostnader og klimagassutslipp og for å sikre at sluttbrukeren har nok energi til enhver tid. Samtidig kan utvikling i energieffektivitet vise hvor godt man har truffet med offentlige tiltak og virkemidler for å effektivisere energibruken.

Ved valg av indikatorer er det noen kriterier som betyr mye for kvaliteten. For det første bør de valgte indikatorene måle det vi ønsker å få innsikt i. I denne sammenhengen er det utvikling i energieffektivitet som ønskes belyst. For det andre må det finnes god og sikker statistikk både for energibruk og aktivitet for at indikatoren skal gi en riktig beskrivelse av utvikling. Til slutt er det gunstig om indikatorene kan brukes til internasjonale sammenligninger for å kunne se hvordan energiintensiteten i Norge utvikler seg sammenlignet med andre land.

På bakgrunn av dette har NVE valgt en indikator for å måle utvikling i energieffektivitet for hele Fastlands-Norge og én eller to indikatorer for å måle energieffektivitet innenfor hver av sektorene husholdninger, tjenesteytende næringer og industri. I Tabell 2-3 er det oversikt over de valgte indikatorene.

Tabell 2-3 Indikatorer for energieffektivitet i Fastlands-Norge

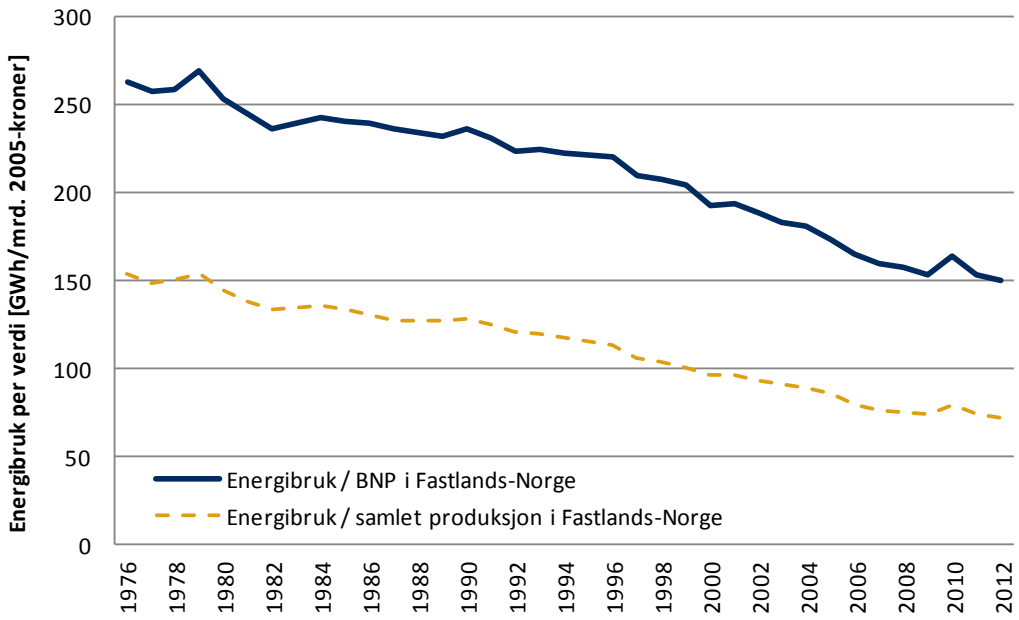
Sektor	Indikatorer for energieffektivitet
Nasjonalt	Energibruk / samlet produksjon i faste 2005-priser for Fastlands-Norge
	Energibruk / BNP (brutto nasjonalprodukt) for Fastlands-Norge
Husholdningene	Energibruk / person
	Energibruk / husholdning
Tjenesteytende	Energibruk / årsverk
	Energibruk / produksjon i faste 2005-priser
Industri	Energibruk / produksjon i faste 2005-priser. Energiintensiv industri (EEI)
	Energibruk / produksjon i faste 2005-priser. Annen industri

Nasjonale indikatorer for energieffektivitet

Produksjon er den viktigste driveren for energibruk i næringslivet og energibruk dividert på produksjon er derfor en god indikator på samlet energieffektivitet i Fastlands-Norge. Siden det produseres en mengde ulike varer og tjenester er det vanlig å måle produksjon i milliarder faste kroner. Målenheten for denne indikatoren blir GWh per milliarder faste kroner. Figur 2-3 viser at denne indikatoren har falt fra et nivå på 150 GWh per milliard faste kroner på midten av 1970-tallet til rundt 75 GWh per milliard faste kroner i 2012. Forbedringen i energieffektivitet er et resultat av flere faktorer som bedre arbeidskraftproduktivitet[4], teknologisk utvikling, energisparende tiltak, energiomlegging og strukturelle endringer.

Strukturelle endringer betyr her at lite energiintensive næringer vokser raskere enn energiintensive næringer. For eksempel har lite energiintensive næringer som privat tjenesteyting i snitt femdoblet sin produksjon siden 1976, mens en energiintensiv næring som treforedling har nedgang i produksjon i samme periode. Dette bidrar sterkt til nedgangen i energibruk per produksjonsverdi i Fastlands-Norge.

Internasjonalt er det mer vanlig å bruke indikatoren energibruk per BNP (bruttonasjonalprodukt) som indikator for hvor effektivt energien brukes i at land. BNP kan tolkes som et lands verdiskapning, eller hva man sitter igjen med fra produksjonsaktiviteten. Energibruk per BNP viser i denne sammenhengen hvor mange GWh det går med per milliard kroner i verdiskapning i Fastlands-Norge. Figur 2-3 viser at denne indikatoren har samme utvikling som energibruk per produksjon i faste priser siden 1976 og dermed antyder samme forbedring i energieffektivitet.



Figur 2-3 Indikatorer for energieffektivitet i Fastlands-Norge. 1976-2012. Kilde: SSB (bearbeidet NVE)

[4] Bedret arbeidskraftproduktivitet vil si at hver arbeider klarer å produsere mer for samme innsats av varer og tjenester.

Siden energibruk dividert på BNP er den mest brukt indikatoren internasjonalt til å måle et lands energiintensitet og den viser den samme utvikling i energiintensitet som energibruk dividert på produksjon, vil NVE ved senere oppdateringer bruke indikatoren energibruk dividert på BNP som nasjonal energiindikator for Norge.

Tolkning av indikatorer for energieffektivitet

Indikatorer kan brukes til å tolke hvor effektivt energien brukes. Lavere energibruk per produsert enhet eller per person tyder på at energien brukes mer effektivt. Det er imidlertid mange faktorer som påvirker hvor effektivt energien brukes, som teknologisk utvikling arbeidskraftproduktivitet, strukturelle endringer og energisparende tiltak. Dersom målet bare er å se på effekter fra energisparing må det gjøres en dekomponeringsanalyse for å prøve å skille energisparing fra de andre påvirkningsfaktorene. Dette er ikke gjort i denne analysen og utvikling i energieffektivitet må derfor ses som er resultat av alle aktuelle påvirkningsfaktorer. For husholdninger og tjenesteytende næringer er det korrigert for årlige svingninger i energibruk på grunn av utetemperatur.

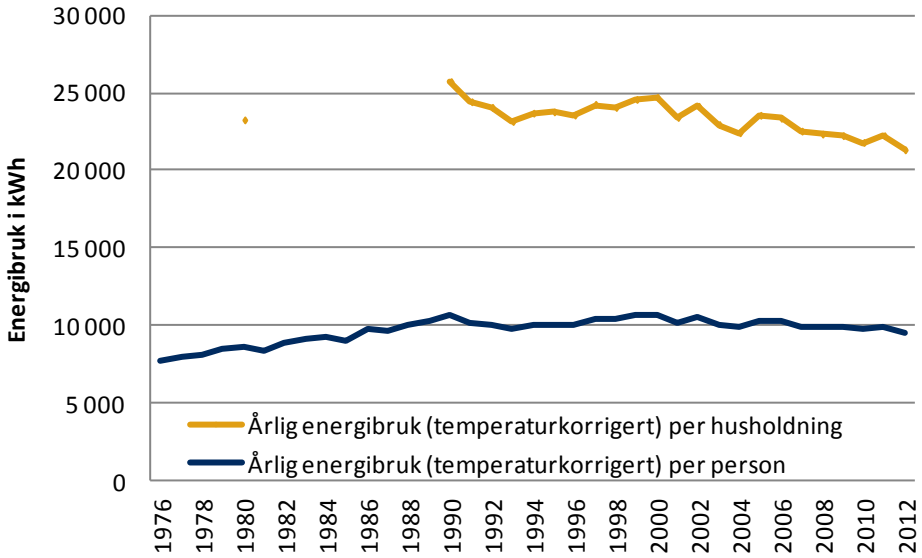
Statistisk sentralbyrå har utført enkelte dekomponeringsanalyser. Disse kan leses på www.ssb.no.

Indikatorer for energieffektivitet i husholdningene

Utvikling i husholdningenes energieffektivitet kan studeres ved å se på energibruk per husholdning og energibruk per person[5]. Dette er to gode indikatorer som utfyller hverandre. Utvikling i energibruk per person sier noe om den enkeltes ressursbruk. Energibruk per husholdning fanger i tillegg opp endringer i husholdningsstrukturene, som for eksempel at vi blir færre personer per husholdning. En høy andel av husholdningenes energibruk er avhengig av utetemperatur, slik at det er nødvendig å temperaturkorrigere[6] årlig energibruk i husholdningene for å kunne beskrive utvikling i energieffektivitet.

[5] Energibruk per kvadratmeter kunne vært en god indikator for å måle energieffektivitet hos husholdningene, men mangelfulle arealtall for samlet boligmasse i Norge gjør denne indikatoren svært usikker.
[6] Temperaturkorrigering av energibruk er nærmere beskrevet i siste kapitlet i denne rapporten.

Figur 2-4. viser at temperaturkorrigert energibruk per husholdning har vært synkende siden 1980. Dette kan skyldes flere faktorer, som energieffektivisering, at veksten i areal per husholdning er avtagende og at det har blitt færre personer per husholdning. Figuren viser også at energibruk per person har en flatere kurve, men det kan se ut som om det er en svak nedgang i energibruk per person fra rundt år 2000 til i dag.



Figur 2-4 Indikatorer for energieffektivitet i husholdningene, 1976–2011. Kilde SSB.

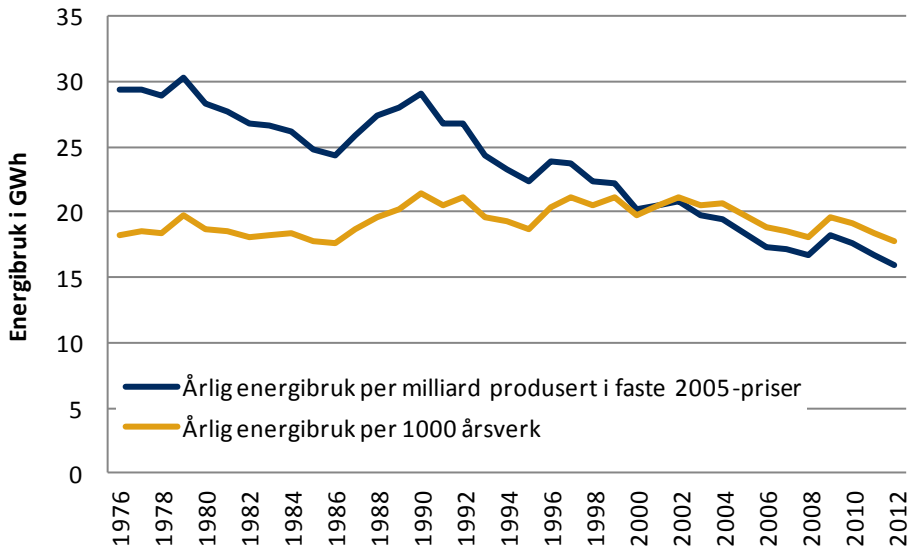
Indikatorer for energieffektivitet i tjenesteytende næringer

Tjenesteytende næringer omfatter både offentlig og privat tjenesteyting, det vil si alt fra sykehjem, offentlig forvaltning til bank/forsikring og ulike typer forretningsdrift. Det er vanskelig å finne én god indikator for energieffektivitet i denne sektoren. NVE har derfor valgt å beskrive utvikling i energieffektivitet med to indikatorer, som hver for seg dekker ulike drivere for energibruk i tjenesteytende næringer. De to indikatorene er energibruk per årsverk og energibruk per produksjonsverdi i faste 2005-kroner. Flere tjenester og økonomisk vekst krever flere ansatte, mer oppvarmet areal og flere elektriske apparater. Det er derfor interessant å se om energien brukes mer effektivt i form av energibruk per produsert verdi og energibruk per årsverk[7].

Indikatorer for energieffektivitet i tjenesteytende sektor vises i Figur 2-5. Det er en markert nedgang i temperaturkorrigert energibruk per milliard produsert verdi (faste 2005-kroner) siden 1970-årene. Dette har sammenheng med at det er mulig å produsere mer i kroner uten at arealet eller antall apparater øker tilsvarende innenfor de fleste tjenesteytende næringer.

[7] Energibruk per areal kunne også vært en god indikator for å måle energieffektivitet, men på samme måte som for husholdningene mangler det gode tall for bygningsareal i tjenesteytende næringer. For årsverk og produksjon finnes det derimot gode tidsserier.

Energibruk per årsverk har derimot endret seg lite. Det var en svak stigning frem mot begynnelsen av 2000-tallet, for så å synke fra midten av 2000-tallet. Det benyttes stadig mer åpne landskap i tjenesteytende sektor, noe som kan føre til mindre arealbruk per person og dermed bidra til å redusere energibruk per årsverk. På 1980- og 1990-tallet ble det bygget en del bygg som hadde høyere energibruk enn både eldre og nyere bygg, da de inneholder en del mer tekniske anlegg enn eldre bygg, og samtidig er mindre energieffektive enn nyere bygg. Denne andelen av bygningsmassen kan bidra til å trekke energibruk per årsverk opp.



Figur 2-5 Indikatorer for energieffektivitet i tjenesteytende sektor, 1976 - 2012. Kilde: SSB.

Indikatorer for energieffektivitet i industrien

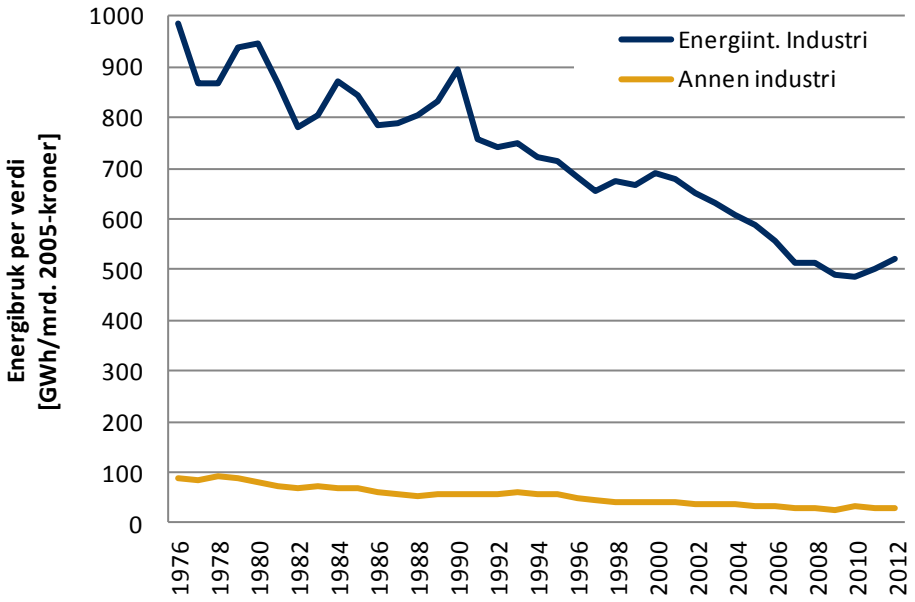
For industri er det tett sammenheng mellom energibruk og produsert mengde, og det er derfor naturlig å bruke indikatoren energibruk per produksjon i faste kroner for å måle hvor effektivt energien brukes i denne sektoren. Det er stor forskjell i energibruk per enhet mellom energiintensiv industri og annen industri, slik at det er naturlig å skille mellom disse to næringsgruppene ved analyse av utvikling i energieffektivitet i industrien.

Figur 2-6 viser at energibruk per produksjon i milliarder kroner er nesten halvert fra 1976 til 2012 innenfor energiintensiv industri. Dette er resultat av bedre teknologi, høyere produktivitet per arbeider og energieffektiviserende tiltak. Økningen som sees fra 2010 kan skyldes at bedriftene som følge av finanskrisen ikke lengre produserer med full kapasitet, noe som igjen fører til dårligere ressursutnyttelse og redusert energieffektivitet.

Annen industri har hatt en nedgang i energibruk per produsert enhet på 69 prosent siden 1970-årene. Strukturelle endringer, ved at lite energiintensive næringer som verftsindustrien og verkstedindustrien har vokst raskere enn mer energikrevende næringer som næringsmiddelindustrien og trelast forklarer mye av nedgangen i energibruk per

produksjon i milliarder kroner. Men det har også vært teknologisk utvikling og positiv utvikling i produktivitet per arbeider og energieffektivitet i disse næringene.

Figur 2-6 viser også at den store forskjellen i energibruk per produsert mengde mellom de energiintensive industrinæringene og de andre næringene. Mens de energiintensive næringene i snitt brukte 520 GWh per milliard kroner i 2012, brukte annen industri til sammenligning 28 GWh per milliard produsert verdi.



Figur 2-6 Energibruk per produsert enhet i kroner forindustrien, 1976 - 2012. Kilde: SSB.

Oppsummering indikatorer for energieffektivitet

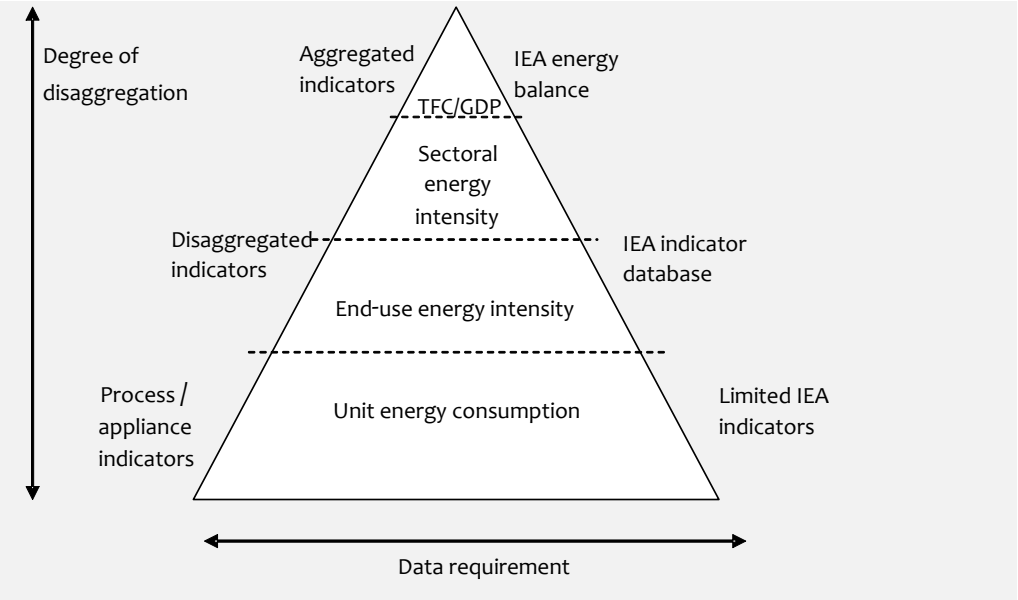
I Tabell 2-4 er oversikt over alle energiindikatorene presentert i dette kapitlet. Energibruk per produksjonsverdi i faste kroner er den mest brukte indikatoren og denne har vært synkende for alle sektorer siden 1970-årene. Det er også interessant å se de store forskjellene i energiintensitet mellom ulike sektorer. Mens energibruk per produsert enhet er nede i 16 GWh per milliard for tjenesteytende næringer i 2012, er den hele 520 GWh per milliard for energiintensiv industri.

Tabell 2-4 Indikatorer for energieffektivitet for alle sektorer. 1976-2012. Kilde: SSB (Bearbeidet av NVE)

	Enhet	1976	1990	2012	Endring 76-12
Energibruk/bruttoprod. Norge	GWh/mrd	263	237	150	-43 %
Energibruk/prod. Norge	GWh/mrd	154	129	73	-53 %
Energibruk/prod energiint industri	GWh/mrd	985	893	520	-47 %
Energibruk/prod. annen industri	GWh/mrd	89	56	28	-69 %
Energibruk/prod. tjenesteyting	GWh/mrd	29	27	16	-46 %
Energibruk/årsverk tjenesteyting	GWh/årsv	18	21	17	-3 %
Energibruk/husholdning	kWh/hush	23 232[1]	25 698	21 301	-8 %
Energibruk/person husholdninger	kWh/pers	7 477	10 632	9 512	23 %

[1] Første observasjon for energibruk per husholdning er fra 1980.

Det er flere miljøer som bruker og/eller utvikler indikatorer for energieffektivitet, som SSB, EU (ESD), Odyssée, IEA, m fl. IEA er i ferd med å ferdigstille et prosjekt hvor de utvikler ulike sett med indikatorer som de anbefaler medlemsland å bruke. Figur 2-7 viser hvordan de har delt indikatorene inn i en pyramide med flere nivåer, hvor det øverste nivået inneholder overordnede indikatorer, og nederste nivå er mer detaljerte indikatorer som egner eg for analyse av for eksempel enkeltnæringer eller teknologier. Jo lenger ned i pyramiden en flytter seg, jo mer komplekse og datakrevende blir indikatorene, samtidig som de gir bedre og mer detaljert informasjon. IEAs indikatorer dekker blant annet energibruk til varme, kjøling, belysning, apparater, energi per produsert enhet, etc.



Figur 2-7 IEAs struktur for energiindikatorer. Kilde: IEA

3 Fremtidens energisystemer i bygg

Mer energieffektive bygg og automatisk måle- og styringssystem vil i stor grad prege energibruk i bygninger fremover. En eventuell innføring av passivbyggnivå som standard for energibruk i bygninger fra 2015 vil ha mye å si for energieffektiviteten i bygninger fremover. Både nye og rehabiliterte bygg vil med dette få lavere årlig energibruk og lavere bruk av energi til oppvarming om vinteren. AMS vil gi strømkundene større muligheter til å påvirke strømforbruket sitt.

Fremtidens energisystemer i bygninger er hovedtema i Energibruksrapporten 2013. Dette kapitlet er en beskrivelse av kjente teknologier og løsninger som vil prege energibruk i bygg fremover. Det omfatter alt fra automatisk måle- og styringssystem til passivbygg. Med bygg menes her både boliger og alle typer yrkesbygg.

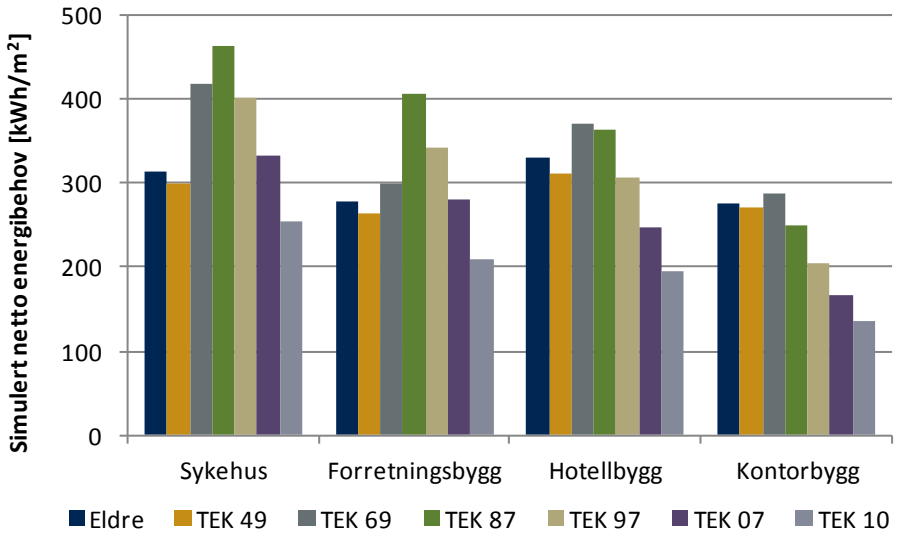
3.1 Mer energieffektive bygninger

Den norske bygningsmassen er svært sammensatt og består av mange typer bygg i forskjellig alder. Noen eksempler er helt nye eneboliger, gamle skoler som er dårlig vedlikeholdt, over hundre år gamle bygårder som nylig er rehabilitert og kontorbygg med store glassfasader.

Når man skal bygge må man følge reglene i byggteknisk forskrift[8]. Denne oppdateres jevnlig, og i dag er det byggteknisk forskrift fra 2010 som gjelder. Byggteknisk forskrift regulerer kvaliteten på bygget, og den stiller stadig strengere krav til blant annet byggets energibehov, noe som gjør at nye bygg er mer energieffektive enn tidligere oppførte bygg. Figur 3-1 viser hvordan energibehovet for utvalgte byggtyper har utviklet seg med forskjellige byggtekniske forskrifter (kalt TEK i figuren). Det kommer frem at endringene i byggteknisk forskrift fra 1949 til 1987 medfører økt energibehov for alle de utvalgte byggtypene. Dette skyldes økte krav til inneklima, spesielt økt mengde ventilasjonsluft som må varmes opp, noe gjør at energibehovet øker. Fra og med 1997 har byggteknisk forskrift hatt større fokus på å redusere energibehovet.

Det er forventet at nye energirammer kommer i 2015, med krav til energibruk som ligger på nivå med passivhus (Rambøll , 2013). EU planlegger å stille krav om at nye bygg fra 2020 skal være såkalte nær null energi bygg, det vil si bygg som produserer nesten like mye energi som de bruker. Neste steg er bygg som er netto energiprodusenter over levetida, såkalte plussbygg. Se de neste avsnittene for nærmere beskrivelse av passivbygg og plussbygg.

[8] Forskrift om tekniske krav til byggverk, se http://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2010-03-26-489

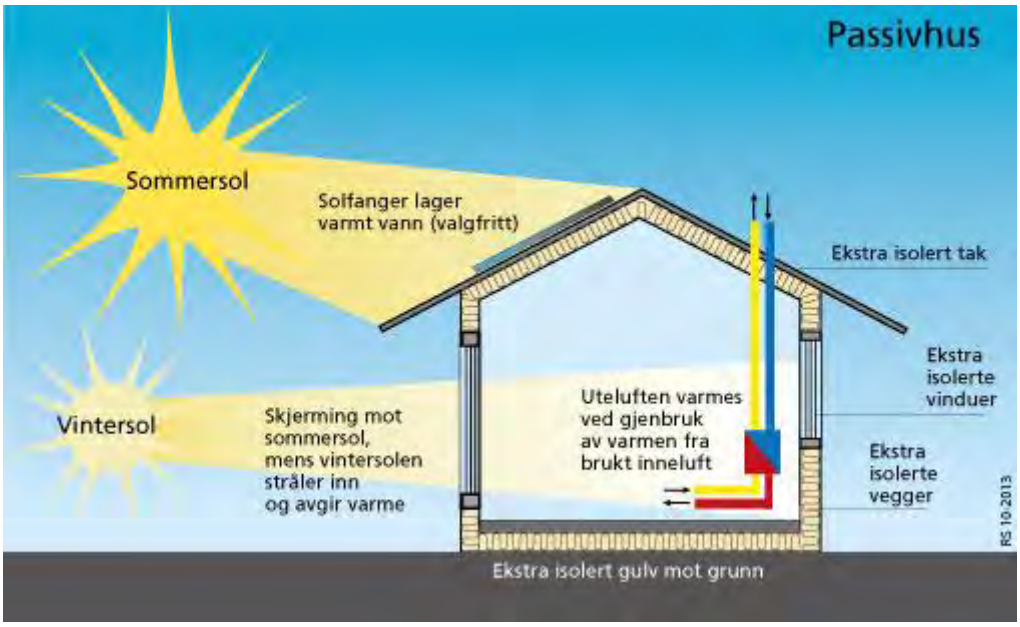


Figur 3-1 Utvikling i energibehov for utvalgte byggtyper, basert på årssimuleringer i SIMIEN (Enova, 2012) bearbeidet av NVE

Bygningsmassen skiftes sakte ut. Det rives lite her til lands, men det bygges en del nytt. På denne måten vokser arealet, og møter behovet fra en økende befolkning. Bygninger har lang levetid, og en stor andel av bygningsmassen i 2030 er allerede bygget. Når byggene først er oppført er de i liten grad omfattet av reguleringer i lovverket. Det er kun ved rehabilitering/hovedombygging at lovverket slår inn, men det er ikke klart definert hva en rehabilitering/ hovedombygging innebærer i denne sammenhengen. Dette betyr i praksis at de fleste rehabiliteringer skjer uten at man forholder seg til gjeldene byggteknisk forskrift. Det er med andre ord svært viktig å vedlikeholde bygningsmassen og sørge for at den fungerer best mulig.

3.1.1 Passivbygg

Passivbygg bruker vesentlig mindre energi enn dagens bygg, spesielt til oppvarming. Disse byggene kalles passivbygg (eller passivhus) fordi energibehovet reduseres gjennom passive tiltak som ekstra isolasjon og tetthet i vegger, tak og gulv, gjennom ekstra gode vinduer, ved utnytting av solenergi og ved gjenbruk av varmen fra ventilasjonsanlegget. Passivbygg har ofte tykkere vegger enn andre bygg, gjerne opp til 40 cm. Men dersom man velger andre isolasjonsmateriale enn tradisjonell steinull og glassull, vil man kunne oppnå tynnere vegger. Norske kriterier for passivbygg er definert i standarden NS 3700 for boliger og NS 3701 for yrkesbygg.



Figur 3-2 Illustrasjon av passivbygg (Illustrasjon: NVE)

Passivbygg innebærer ikke bruk av ny teknologi, men man må planlegge godt og gjøre godt arbeid ved oppførelsen av bygget. I planleggingsfasen er det blant annet viktig å ha fokus på muligheten til å utnytte lys og varme fra sola, men også ta hensyn til at for mye sol om sommeren kan føre til at det blir for varmt inne. Under bygging er det spesielt viktig at bygget blir tett, slik at det fungerer etter formålet.

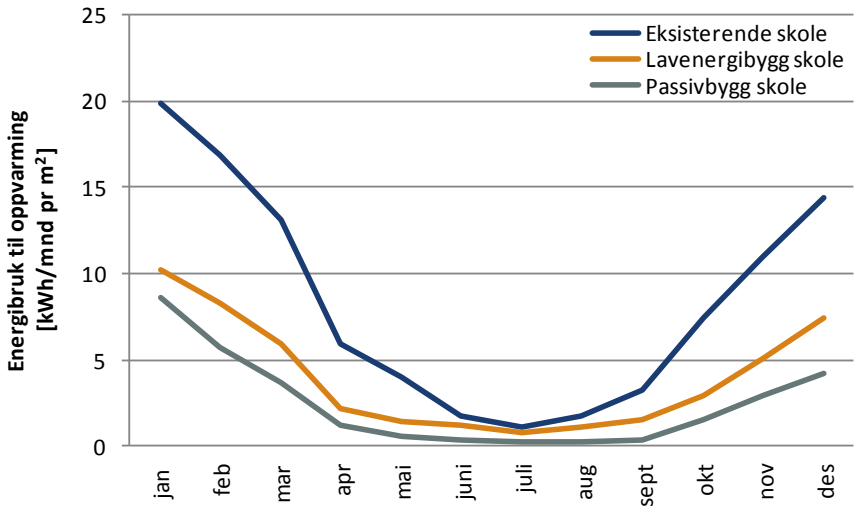
Passivbygg er noe dyrere å bygge enn i et tilsvarende bygg oppført etter gjeldende forskrift fra 2010. Dette skyldes mer bruk av isolasjon, bedre komponenter som vinduer og ventilasjonssystem, samt at man vil bruke noe lengre tid i planleggings–fasen. Men etter hvert som man får mer erfaring med å bygge passivbygg er det rimelig å anta at kostnaden reduseres. Investering i materialer er beregnet til å være tre til seks prosent høyere enn bygninger bygget etter dagens standard (Lavenergiprogrammet). Disse kostnadene vil man normalt tjene inn ved lavere energikostnader over byggets levetid.

Det er enklere å oppnå kravene i passivbyggstandarden dersom man bygger et kompakt bygg, men det er ingen krav om dette. Figur 3-3 er fra Løvåshagen Borettslag i Bergen, der 28 av 80 leiligheter bygget som passivbygg. Som bildet viser er disse byggene ikke preget av verken kjedelig form eller små vinduer.

Ettersom det er passive tiltak (som for eksempel økt isolasjonsmengde) som skiller passivbygg fra andre bygg, trenger man ikke spesiell teknisk innsikt for å kunne bruke et passivbygg. Den eneste forskjellen fra tradisjonelle bygg er at man en gang i året må bytte filteret i det balanserte ventilasjonssystemet. Dette systemet sørger for at det alltid er god kvalitet på inneluften, og dermed ikke behov for å åpne vinduene for å lufte. Dersom man likevel skulle ønske å lufte er dette fullt mulig. Balansert ventilasjon brukes i de fleste nybygg som bygges i dag, og er ikke spesielt for passivbygg.

Figur 3-3 Løvåshagen borettslag i Bergen (Byggeindustrien, 2013)

Det er i første rekke mengde energi til oppvarming som er lavere i passivbygg. Figur 3-4 viser hvordan månedlig energimengde som brukes til oppvarming varierer over året for skolebygg i Drammen[9]. Figuren viser målt energibruk til oppvarming i skoler bygd etter gamle tekniske forskrifter (blå kurve), en lavenergiskole (oransje kurve) og en skole som er bygget som passivbygg (grå kurve). Det fremkommer av figuren at det er spesielt om vinteren at passivbygget bruker mye mindre energi til oppvarming enn de eksisterende byggene. I januar brukes det dobbelt så mye energi i skolen bygd etter gammel forskrift som i passivbyggskolen. Likevel er det tydelig at også passivhusskolen har variasjoner i energibruk over året(Lindberg & Doorman, 2013).



Figur 3-4 Månedlig energibruk til oppvarming for skoler i Drammen. Estimert for 2012 basert på faktiske målinger (Lindberg & Doorman, 2013)

[9] Mengden energi som brukes til oppvarming er avhengig av hvilken teknologi man bruker. Dette er skoler som bruker elektrisitet til elkjeler eller fjernvarme til oppvarming. Dersom man hadde brukt en biokjel isteden hadde energibruken blitt høyere. Hadde man brukt varmepumpe hadde energibruken vært lavere.

Passivbygg har fått kritikk på grunn av usikkerhet rundt inneklimaet i tette bygg. Passivbygg har ofte tykkere vegger enn andre bygg, og dermed større plass til å akkumulere fukt under byggeprosessen når veggene er eksponert for nedbør. Det er derfor spesielt viktig at man er oppmerksom på dette under oppføring av bygget, og gjerne bygger under tak eller telt, noe om begrenser dette problemet. Det er i følge Sintef Byggforsk ikke forsket på fuktproblematikk i norske passivbygg, men internasjonale studier viser at bygg med balansert ventilasjon (som for eksempel passivbygg) har lavere luftfuktighet enn andre bygg og noe bedre luftkvalitet. Også forekomsten av sopp og bakterier er lavere i boliger med mekanisk eller balansert ventilasjon enn boliger som ventilerer ved å åpne vinduene (Klinski, Thomsen, Hauge, Jerkø, & Dokka, 2012). En annen mulig utfordring med passivbygg er at innetemperaturen kan bli for høy om sommeren. Simuleringer gjort av Sintef Byggforsk viser at det som er avgjørende for overoppvarming er muligheten til solavskjerming og vinduslufting, og ikke energistandarden bygget er oppført etter (Holøs & Dokka, 2011). En rapport som Kommunal- og regionaldepartementet publiserte i 2013 har blant annet sett på inneklima i 10 lavenergi- og passivbygg. Her kommer det frem at det kan være noe utfordring knyttet til belysning og tilgang på dagslys i denne typen bygg, eller var det ingen ting som tyder på at det er dårligere inneklima i lavenergi- og passivbygg enn i andre bygg. Også her fremkommer det at passivbyggene ikke er mer teknisk kompliserte enn bygg som er bygget etter gjeldende byggteknisk forskrift. Rapporten viser også at enkelte bygg som har vært i drift i to til fire år ikke lenger fungerer som forutsatt, noe som man mener blant annet kan skyldes krevende samspill mellom flere systemer (Civitas m. fl. , 2013).

Både Klimameldingen (Miljøverndepartementet, 2012) og Byggmeldingen (Kommunal- og regionaldepartementet, 2012) varsler at ny byggteknisk forskrift fra 2015 vil ha energirammer på passivhusnivå, og Direktoratet for byggkvalitet (DiBK) har startet arbeidet med å utarbeide disse rammene. Rambøll har på oppdrag fra DiBK utarbeidet forslag til endring i energireglene i byggteknisk forskrift. Her foreslås det at man legger seg på passivhus*nivå*[10]

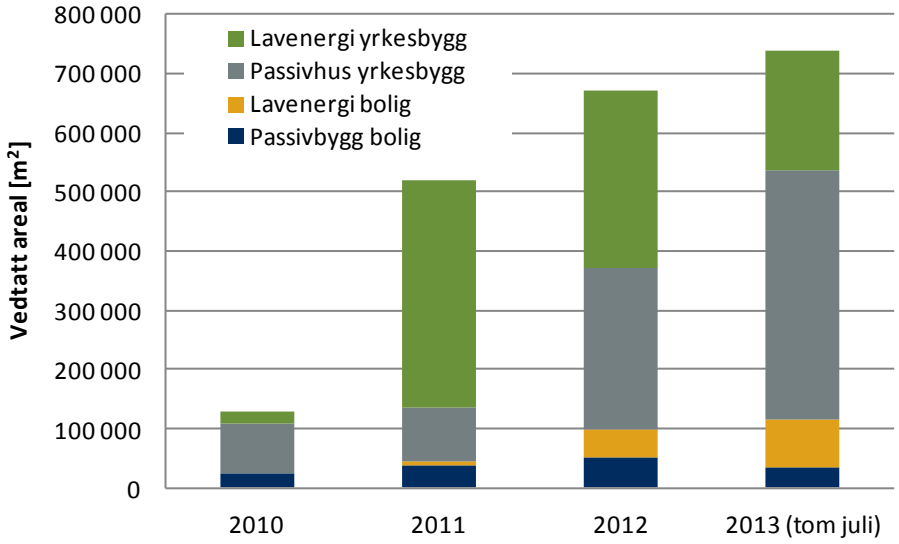
Enova har nå avsluttet sin støtteordning til nybygging av passiv- og lavenergibygg. Dette skyldes at man forventer at passivbyggnivå blir gjeldende standard for energibruk fra 2015[11] og at det nå bygges så mange passiv- og lavenergibygg at dette er modent for å klare seg i markedet uten støtte. Figur 3-5 viser utviklingen i vedtatt utbygget areal som har fått støtte fra Enova til å bygges som enten passivbygg eller lavenergibygg. Det fremkommer av figuren at det har vært en kraftig vekst i arealet bygd som lavenergi og passivbygg. For 2013 er det bare tildelinger gjort til og med juli som er inkludert.

Omtrent 85 prosent av arealet som har fått støtte fra Enova i løpet av første halvår 2013 er yrkesbygg og av dette er to tredjedeler (418 400 m^2) passivbygg. Til sammenligning ble det igangsatt bygging av omtrent 4 000 000 m^2 yrkesbygg i Norge i hele 2012. Dersom

[10] I rapporten definert slik: "Passivhusnivå er gitt som beregnet levert energi for et referansebygg som tilsvarer et passivhus i henhold NS 3700 og NS 3701. Beregnet levert energi korrigeres for energivare ved bruk av annen energiforsyning enn elektrisitet" (Rambøll, 2013). Denne korrigeringen gjøres for å legge til rette for mest mulig bruk av andre energivarer enn elektrisitet. Ved å multiplisere bruken av andre energibærere med en korrigeringsfaktor som er lavere enn 1, vil man tillate høyere energibruk i bygg som bruker andre energibærere en elektrisitet.

[11] Enova gir ikke støtte til det som er pålagt gjennom lovverket

disse trendene fortsetter, vil altså 20 % av arealet av yrkesbygg som bygges fremover være passivbygg.



Figur 3-5 Vedtatt areal, passiv- og lavenergibygg (Enova, 2013)

Det er fremdeles flest kontorbygg som bygges som passivbygg, selv om det nå finnes passivbygg i alle byggkategoriene innenfor både boliger og yrkesbygg. Dette skyldes at kontorbyggene er blant de enklest å få til som passivbygg. I tillegg er mange organisasjoner opptatt av å formidle at de er opptatt av miljø og tar ansvar ved å bruke mindre energi (Enova, 2013). Erfaringer fra NVEs ordning for energimerking av bygg viser at det er viktig for en del organisasjoner å få energimerke A, som korresponderer omtrent med passivbyggnivå.

Situasjonen er en helt annen for boliger, der bare en til to prosent bygges som passivbygg(Enova, 2013). Dette kan skyldes at det er vanskeligere for mindre bygg å innfri kravene til passivbygg, samt at det kreves mye kunnskap og planlegging i både prosjekteringsfasen og byggefasen. For større boligbygg, som borettslag, er beslutningsprosessen også en begrensende faktor. Flere boligprodusenter erfarer dessuten at kundene ikke er interessert i energibruk. Beliggenheten er avgjørende for boliger, og folk er mer interesserte i å bruke penger på kjøkken og bad enn energieffektivisering. Man opplever også at ferdigbygde passivboliger er vanskeligere å få solgt enn andre boliger, på grunn av høyere pris og at kjøperne er bekymret for inneklima og helserisiko i passivbygg. Ved videresalg av lavenergiboliger er det observert at annonse og prospekt for boligene ikke inneholder informasjon om boligens lave energibehov (Mesterhus, 2013) og(Jadarhus, 2013).

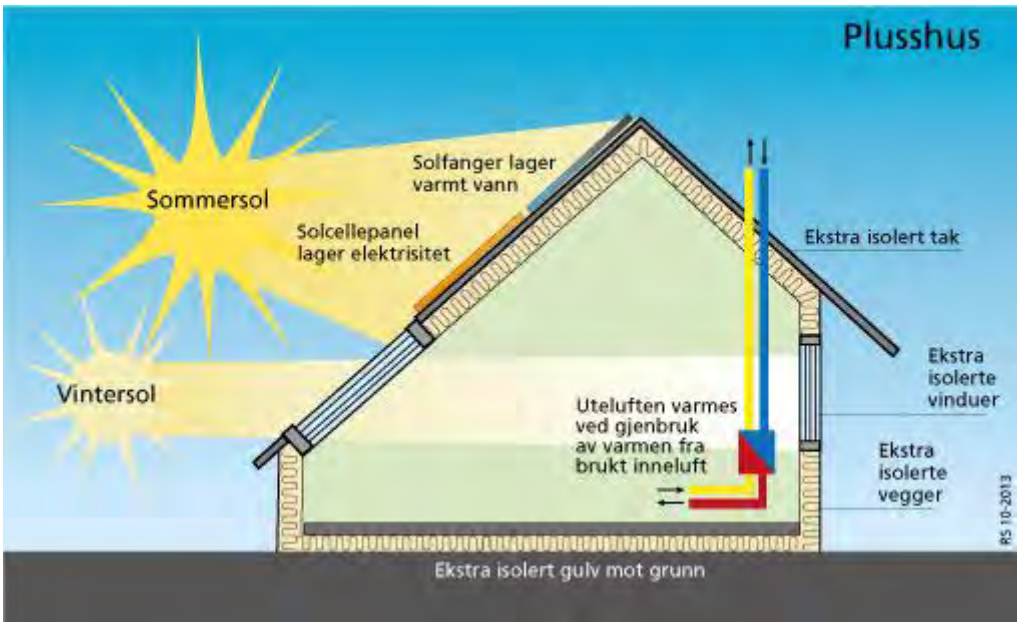
I rehabiliteringsmarkedet har søknadsmengden til Enova vært betydelig lavere, og kun et titalls bygg har mottatt større for rehabilitering til passivbygg- og lavenergistandard. Enova opprettholder derfor denne støtten. For nybygg kommer det et nytt støtteprogram i

2014 som vil utformes med tanke på å støtte energieffektive nybygg hvor aktive og passive tiltak kombineres (Enova, 2013)

3.1.2 Plussbygg

Plussbygg er bygninger som gjennom bruksfasen genererer mer energi enn det bruker gjennom hele livssyklusen, inkludert energibruk til fremstilling av materialer, samt oppføring, drift og riving av bygget[12]. Sett over byggets livsløp blir det altså en netto energiprodusent istedenfor en energibruker, som er tilfellet for alle andre bygg.

Det forventes at plussbyggene vil ha omtrent samme bygningskropp som passivbygg, men med teknologi for generering av energi i tillegg. Solfangere, solceller, vindmøller og varmepumper som benytter grunnvarme er mest utbredt, men andre teknologier kan også brukes. Ved bruk av teknologier som integreres i fasaden, kan man måtte endre på byggets utseende. For eksempel kan det være behov for å trekke taket på sørsiden av bygget helt ned til bakkenivå for å få plass til så mye solceller som mulig.



Figur 3-6 Illustrasjon av plussbygg (Illustrasjon: NVE)

For at plussbygg skal fungere som planlagt, må de kunne levere fra seg energi (fortrinnsvis elektrisitet til strømnettet) i perioder med stor produksjon på bygget, og hente energi i perioder med lav produksjon. NVE har utviklet en ordning som ivaretar såkalte plusskunder, definert som "sluttbruker av elektrisk energi som har en årsproduksjon som normalt ikke overstiger eget forbruk, men som i enkelte driftstimer har overskudd av kraft som kan mates inn i nettet". Dette inkluderer altså ikke plussbyggene,

[12] I resten av Europa er vanlig definisjonen av plussbygg et bygg som produserer mer energi i løpet av et år enn det bruker det samme året, uten at man tar hensyn til energien brukt til fremstilling av materialer, til oppføring og til riving av bygget. Den norske definisjonen setter dermed strengere krav enn den europeiske.

som årlig må produsere mer energi enn de bruker i driftsfasen for å dekke opp energien som ble brukt til produksjon og oppføring av bygget. Plusskundene kan på lik linje med andre produsenter inngå en avtale om å selge overskuddskraften sin til en kraftleverandør (gjerne den de kjøper kraft av selv). De må da forholde seg til samme regelverk som eierne av mikrokraftverk, med unntak av at de slipper å søke om konsesjon. NVE jobber med å endre denne ordningen, slik at den også inkluderer plussbygg. Et forslag til endring i Forskrift om måling, avregning og samordnet opptreden ved kraftomsetning og fakturering av nettjenester vil komme på høring i løpet av våren 2014.

Det er usikkert hvordan plussbyggene vil påvirke resten av energisystemet. En mulig utfordring er om kraftnettet vil takle denne typen distribuert produksjon. Distribusjonsnettet er dimensjonert til å dekke bygningers elektrisitetsbehov og ikke nødvendigvis til å ta imot produksjon. Noen mener at dette vil være problemfritt, da maksimal produsert effekt i byggene ikke forventes å overskride maksimalt effektuttak for et vanlig bygg.

Mange plussbygg vil ha solfangere som produserer varmt tappevann og til dels varmtvann til romoppvarming, og bare ha behov for tilført varme om vinteren. Dersom denne typen bygg kobles på fjernvarme, vil det føre til økt etterspørsel etter fjernvarme i de periodene etterspørselen allerede er stor.

3.2 AMS og Smartnett

Nye avanserte målere vil sikre riktigere og hyppigere avregning av elektrisitetsbruken hos alle forbrukere, og smartnett vil gjøre det mulig å utnyte denne informasjonen slik at elektrisitetsnettet brukes på en kostnadseffektiv måte med høy leveringssikkerhet.

3.2.1 AMS (automatisk måle- og styringssystem)

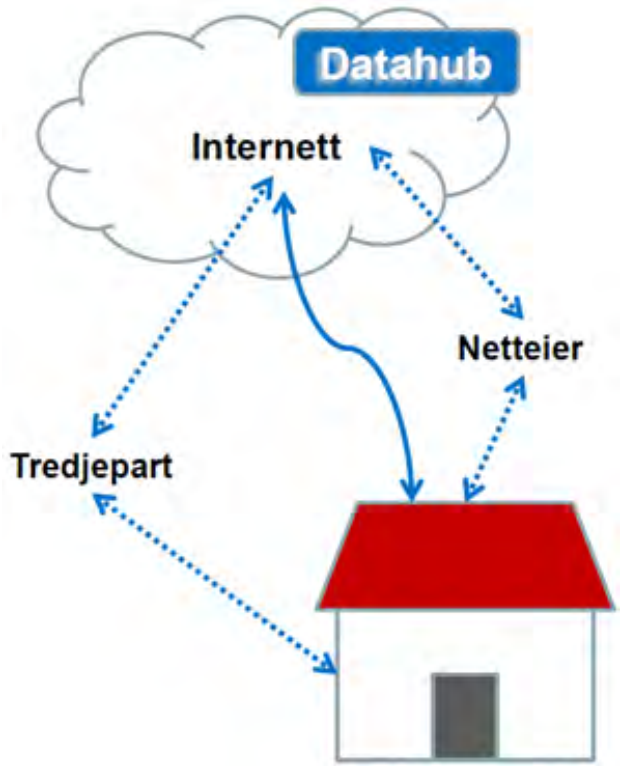
AMS står for **a**utomatisk **m**åle- og **s**tyringssystem. Dette systemet innebærer at alle strømkunder får en digital strømmåler (også kalt smart måler) som leser av strømmen automatisk hver time og sender informasjon om forbruket til nettselskapet. Denne dataoverføringen kan gå via mobilnettet, internett, radiokommunikasjon eller gjennom strømkabelen. Nettselskapene bestemmer selv hvilken teknologi de vil benytte.

AMS sikrer en mer riktig avregning av strømbruken og medfører at strømkundene ikke behøver å lese av strømmen selv. Alle strømkunder skal ta i bruk AMS innen 1. januar 2019, og det er nettselskapene som er ansvarlige for at kundene deres får installert smarte målere. Nettselskapene dekker i utgangspunktet investeringskostnadene, men kostnaden vil belastes kundene via økt nettleie.

I tillegg har nettselskapene ansvaret for å samle inn og lagre forbruksinformasjonen fra alle kundene. I første omgang skal forbruket registreres hver time, men det skal legges til rette for at man skal kunne registrere forbruket hvert 15. minutt.

I lovverket som regulerer innføringen av AMS settes det krav til at AMS skal ha et standardisert grensesnitt som legger til rette for kommunikasjon med eksternt utstyr basert på åpne standarder. På denne måten skal det være mulig å sende informasjon om

priser og forbruk til kunden via den smarte strømmåleren. Måledataene sendes til en felles datahub som både nettselskaper, kraftleverandører og andre aktører[13] har tilgang til.



Figur 3-7 Prinsippskisse AMS (NVE, 2013)

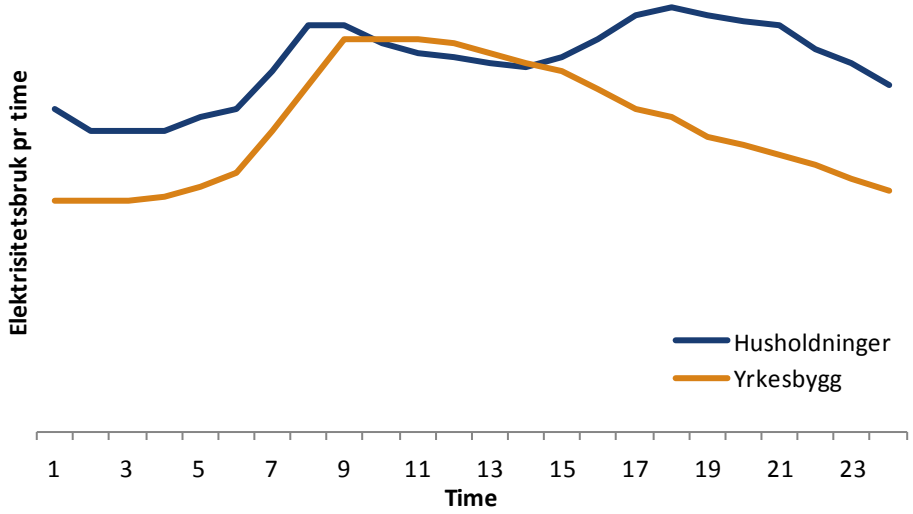
Strømkundene skal vederlagsfritt få tilgang til måleverdiene sine via internett. Utover dette kan kunden velge å få synliggjort informasjonen i et display som kommuniserer med den smarte måleren, men NVE stiller ingen krav om at slikt display skal installeres. Dette sikrer at kunden selv kan velge den styringsenheten eller det displayet man ønsker, for eksempel i form av en applikasjon på smarttelefon eller nettbrett, fremstilling på andre skjermer som allerede finnes hos forbrukeren, ved et eget dedikert display eller andre løsninger.

Hvilke muligheter gir AMS forbrukeren?

Elektrisitetsbruken varierer over døgnet, uken og året. På en typisk ukedag er elektrisitetsbruken i Norge høyest mellom kl 8 og kl 10 om morgenen, se Figur 3-8. Dette skyldes at de fleste varmtvannsberederne som står i norske hjem bruker elektrisitet, og de er laget sånn at de begynner å varme opp nytt vann så snart det er brukt noe varmtvann. Samtidig begynner de tekniske anleggene i yrkesbyggene, som ventilasjon og belysning, å gå for fullt ettersom folk begynner å komme på jobb. Midt på dagen går elektrisitetsbruken i husholdningene noe ned, mens den holder seg høy i yrkesbyggene. På ettermiddagen stiger elektrisitetsbruken i husholdningene igjen, da mange kommer hjem fra jobb og skole, skrur opp varmen, lager middag, skrur på lyset og bruker andre

[13] Dette kan for eksempel være aktører som tilbyr styringssystemer for energi- og effektbruk.

elektriske apparater. Elektrisitetsbruken i yrkesbyggene synker utover ettermiddagen, da mange er ferdige på jobb og en del av de tekniske anleggene skrus ned eller helt av. Dette er illustrert i Figur 3-8.



Figur 3-8 Illustrasjon av elektrisitetsbruk over døgnet i husholdninger og yrkesbygg en gjennomsnittlig ukedag

Periodene med høy samlet elektrisitetsbruk er en påkjenning for elektrisitetsnettet. Nettet er satt opp til å kunne frakte en viss maksimal mengde elektrisitet, og når man nærmer seg den mengden kan det oppstå problemer. Det er derfor ønskelig å redusere elektrisitetsbruken i de periodene det brukes mest, for det er da problemene kan oppstå. AMS er avgjørende for at forbrukeren skal kunne benytte tjenester som vil kunne hjelpe forbrukeren å redusere elektrisitetsbruken eller flytte bruken fra timer med høy belastning i kraftnettet til timer med lavere belastning. Perioder med høy kraftpris sammenfaller gjerne med perioder med høy elektrisitetsbruk og stor belastning i kraftnettet. Dersom noen forbrukere velger å bruke mindre elektrisitet i disse periodene og mer i perioder med lavere pris vil den maksimale elektrisitetsbruken bli redusert og belastningen i kraftnettet mindre. En kombinasjon av AMS, nettleie som varierer med belastningen i nettet (er høyest når belastningen er størst) og elektrisitetspris som gjenspeiler spotsprisen (som er høyest når etterspørselen er størst), vil gjøre det attraktivt for forbrukerne å flytte

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) som er den mest brukte enheten. Det betegner det momentane forbruket i et tidsrom.

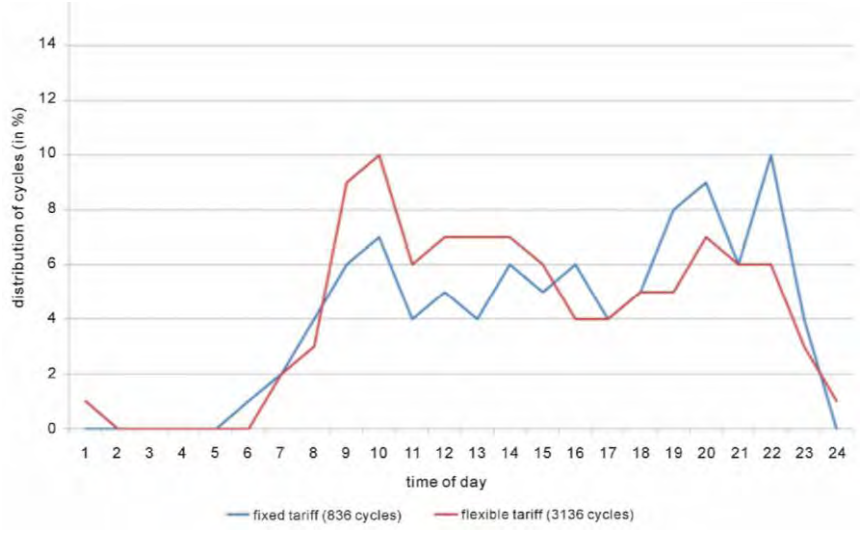
Den maksimale effekten som kan gå gjennom en kraftledning kalles maksimallast eller maksimalforbruk, og brukes til å beskrive overføringskapasiteten for den aktuelle kraftledningen. Det er vanlig å bruke enheten MW (million watt) for å beskrive hvor mye elektrisitet som kan gå gjennom nettet.

elektrisitetsbruken sin fra timer i døgnet med høyt forbruk til timer med lavt forbruk.

Regelverket sikrer også at tredjeparter skal ha mulighet til å bruke dataene fra den smarte strømmåleren og tilby tjenester som kan hjelpe strømkundene med å bruke strømmen smartere og spare penger. For å kunne ha utbytte av slike tjenester må kunden velge en strømavtale som har priser som varierer fra time til time, da vil kunden kunne oppnå besparelser på strømregningen ved å flytte forbruket sitt fra timer med høy pris til timer med lav pris.

En studie gjennomført i Tyskland i 2011 og 2012 viser at forbrukerne er villige til å flytte elektrisitetsbruken sin dersom det er enkelt og de sparer penger (Stamminger & Anstett, 2013). Her ble strømkunder tilbudt variabel elektrisitetspris og smart måler, og de fikk låne en smart vaskemaskin og tørketrommel i perioden eksperimentet varte. Den variable elektrisitetsprisen varierte mellom 10, 25 og 40 eurocent pr kWh, og kundene fikk informasjon om neste dags priser på mobiltelefon. Denne informa–sjonen ble også sendt til vaskemaskinen og tørketrommelen, som var programmert til ikke å begynne før prisen var på det laveste nivået, som samtidig gjorde at den var ferdig innen et bestemt klokkeslett som brukeren bestemte. De fleste tillot at vasken ble utsatt til kvelden eller til og med neste dag. Det kan likevel være sikkerhets–messige grunner til å ikke la elektriske apparater gå når man ikke er hjemme. Direktoratet for sikkerhet og beredskap (DSB) anbefaler at man slår av vaskemaskin og tørketrommel når man forlater boligen og når man sover (DSB, 2009).

Figur 3-9 viser hvordan bruken av oppvaskmaskin endret seg ved overgangen fra fast tariff (blå linje) til variabel tariff (rød linje), ved at en del av bruken ble flyttet til midt på dagen (Stamminger & Anstett, 2013). Dette er den tiden på døgnet da det produseres mye elektrisitet i solcellepaneler i Tyskland, og elektrisitetsprisen er følgelig lavere i denne perioden. Figuren viser at man oppnådde redusert bruk av oppvaskmaskin på kveldstid og økt bruk om formiddagen, som var det man ønsket. En del husholdninger oppga at de ønsket å sette oppvaskmaskinen i gang rett etter middag, uavhengig av prisen på det tidspunktet, noe som også gjenspeiles i figuren.



Figur 3-9 Bruksmønster for oppvaskmaskin med ved flat (blå linje) og variabel (rød linje) tariff (Stamminger & Anstett, 2013)

Situasjonen i Tyskland er annerledes enn i Norge, fordi det i Tyskland produseres mye elektrisitet i solcellepaneler midt på dagen og man ønsker at folk skal bruke mer elektrisitet da og mindre når produksjonen er lavere. Selv om dette ikke sammenfaller helt med situasjonen i Norge, er studien relevant for norske forhold fordi den viser at man ved hjelp av AMS, variable strømpriser og nettariffer, samt smarte apparater, kan få kundene til å flytte forbruket sitt til de tidene på døgnet man ønsker. I Norge har diskusjonen først og fremst dreid seg om å bruke AMS til utkobling av varmtvannsberedere i perioder med høyt elektrisitetsbruk. Dette skyldes at varmtvannstankene bruker mye energi i løpet av et begrenset tidsom. Når svært mange varmtvannsberedere slår seg på etter at folk har dusjet om morgenen, øker elektrisitetsbruken. Dersom denne energibruken kunne spres mer utover formiddagen ville belastningen i nettet blitt redusert.

3.2.2 Smartnett

Smartnett er betegnelsen på et kraftnett som nyttiggjør kommunikasjonsteknologi til å samordne adferden til alle brukerne av nettet, både produsenter, forbrukere og de som er begge deler, for å utnytte infrastrukturen på en mer kostnadseffektiv måte med høy leveringssikkerhet (NVE, 2013).

Kraftnettet ble opprinnelig bygget med tanke på å frakte elektrisiteten fra relativt få, men store kraftverk (sentralisert produksjon) til mange små sluttbrukere. I den senere tid ser vi at det blir stadig flere mindre kraftprodusenter som ønsker å levere kraft til nettet (desentralisert produksjon). Dette kan for eksempel være små vannkraftverk og solcelleanlegg. Sistnevnte befinner seg gjerne på taket av et bygg, og man får flere aktører i nettet som både er produsenter og forbrukere av kraft (såkalte prosumenter). Det vil leveres mer strøm inn på nettet som er produsert med ved hjelp av teknologier som vindmøller og solceller. Disse teknologiene kjennetegnes av at man ikke har mulighet til å påvirke når elektrisiteten skal produseres, slik man kan i de fleste store vannkraftverkene. Solcellepanelet produserer strøm når sola skinner på det, og vindmøllene når det blåser. En situasjon med mye slik variabel produksjon stiller høye krav til kraftnettet og muligheten til å koordinere kraftflyten på best mulig måte.

Ved hjelp av kommunikasjonsteknologi vil smartnett samle inn informasjon som hvor mye strøm hver kunde bruker, hvor mye hver vindmølle produserer og hva strømmen koster. Informasjonen sendes til en felles datasentral som sørger for at kraften flyter dit den trengs. På denne måten kan man utnytte all kraften som er tilgjengelig på en bedre måte. AMS er derfor en forutsetning for smartnett, da det gjør at man til en hver tid har informasjon om strømbruken hos kundene.

3.3 Energieffektive apparater og belysning

Elektriske apparater og teknisk utstyr blir stadig mer energieffektive, samtidig som det blir flere og flere av dem i norske husholdninger og næringsbygg. I tillegg gjør krav til bygninger at det brukes mer teknisk utstyr til ventilasjon, kjøling og drift av bygget. Anslagsvis 10 TWh av husholdningenes energibruk på 46 TWh går til drift av apparater.

Tallene for næringsbygg er mer usikre, men det er grunn til å anta at kanskje så mye som 18 TWh av deres energibruk på 36 TWh går til drift av apparater og teknisk utstyr.

Den økende bruken av apparater og teknisk utstyr gjør at krav til energimerking og energieffektivitet er viktig. I Norge er det innført regler for energimerking og krav til økodesign for energirelaterte produkter. Energimerkingen[14] setter krav til informasjon og merking av produkter, mens økodesignkravene[15] setter minimumskrav til energieffektivitet og har til hensikt å redusere energirelaterte produkters miljøbelastning i hele deres livssyklus. Med energirelaterte produkter menes produkter som bruker energi og produkter som indirekte påvirker energibruken når de brukes. Eksempler på det siste kan være isoleringsmaterialer og vinduer. Alle energibærere er inkludert, spesielt elektrisitet og brensler i fast, flytende eller på gassform.

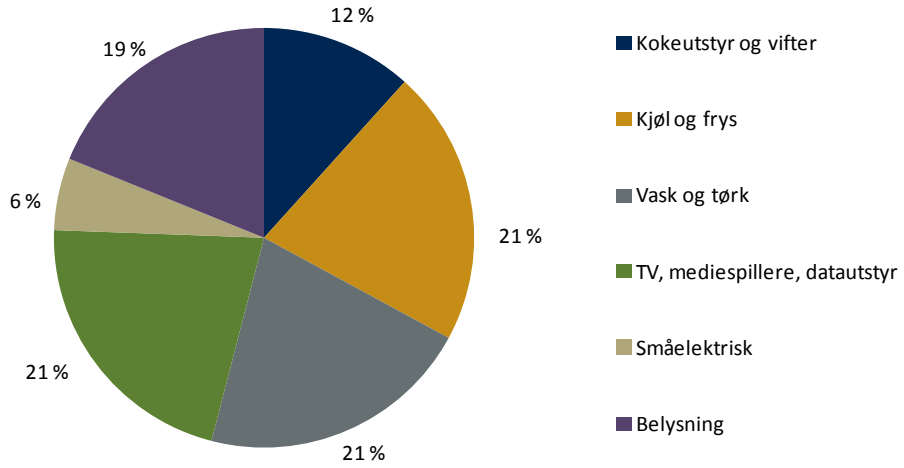
Det er allerede mange produkter som omfattes av økodesignkrav, blant annet IKT-utstyr, TV/media, hvitevarer, støvsuger, kjøkkenventilator, belysning, utstyr til rom- og tappevannsoppvarming, ventilasjons- og klimaaanlegg, industrivifter, elmotorer, sirkulasjonspumper og elpumper. I tillegg pågår det utforming av økodesignkrav til en rekke nye produkter, blant annet kjøle- og fryseinnretninger for profesjonelle, fastbrenselkjeler, rom- og tappevannsoppvarmingsprodukter, laboratorie- og industriovner, kraft- og fordelingstransformatorer, pumper, kompressorer, spesialmotorer, med mer. Mer informasjon om økodesignkrav kan leses på NVEs sider om økodesign og energimerking av energirelaterte produkter[16] og på www.eceee.org.

En gjennomsnitthusholdning bruker ca 21 000 kWh energi årlig, hvorav ca 4 500 kWh er elektrisitet som brukes i apparater og belysning. Figur 3-10 viser hvordan denne elektrisitetsbruken fordeler seg på ulike apparatgrupper, i følge en spørreundersøkelse gjort for NVE i 2011 (Xrgia, 2011). Vi ser av figuren at de klassiske hvitevarene utgjør en veldig stor andel av elektrisitetsbruken i apparater, men at også TV, mediespillere og datautstyr utgjør en betydelig gruppe. Antall apparater i disse sistnevnte gruppene er økende. Det samme gjelder apparatene i gruppen Småelektrisk. Det er som tidligere nevnt grunn til å tro at antallet lyspærer og bruken av dem ble noe underrapportert i denne undersøkelsen, slik at andelen elektrisitet som går til belysning skulle vært noe større. I tillegg er det viktig å påpeke at ikke alle elektriske apparater er inkludert i undersøkelsen.

[14] Direktiv for energimerking:
http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:153:0001:0012:EN:PDF

[15] Rammedirektivet for Økodesign:
http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2005:191:0029:0058:EN:PDF

[16] http://www.nve.no/no/Energi1/Oko-design-av-energirelaterte-produkter/



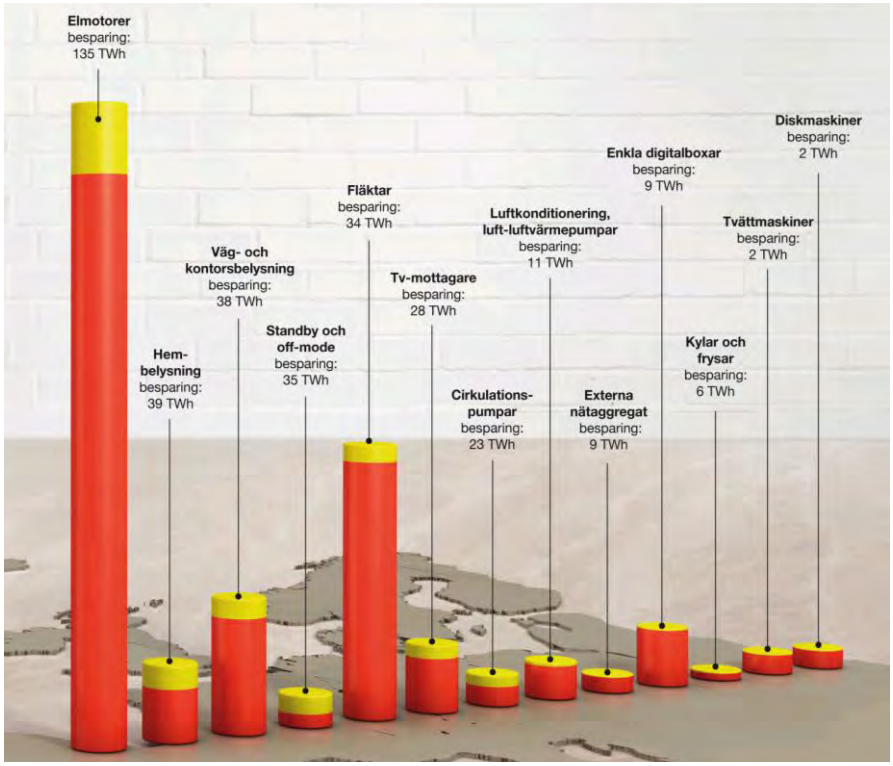
Figur 3-10 Bruk av elektrisitet til apparater i husholdningene. Kilde: NVE, Energibruksrapporten 2012

Krav til energimerking og økodesign har hatt en betydelig påvirkning på energibruken i disse produktene de siste 10-20 år. For mange produkter har den årlige gjennomsnittlige energibruken blitt halvert som følge av energikravene. Eksempelvis har den årlige energibruken i et gjennomsnittlig kombiskap sunket fra ca 450 kWh/år til ca 250 kWh/år og årlig energibruk i vaskemaskiner har gått fra rundt 400 kWh/år til rundt 200 kWh/år.

I Danmark er det gjennomført en studie der en ser på effekt på energibruk som følge av innføring av krav til energimerking og økoodesign. Studien oppsummerer at 20 økodesignforordninger og 10 energimerkeforordninger har trådt i kraft og omfatter regler for mer enn 40 produkttyper i både husholdninger og tjenesteytende sektor. Deres studie omfattet produkter der regulering var trådt i kraft 1. juni 2013. De har regnet ut at effekt av økodesign og energimerking i Danmark vil være ca 5,6 TWh i 2020 og 7,2 TWh i 2030 (Energistyrelsen, 2013). Besparelsene er regnet ut i forhold til hva produktene ville brukt hvis de ikke hadde energikrav.

Resultatene fra den danske studien er ikke direkte overførbar til norske forhold, ettersom det er litt forskjell på næringsstruktur, husholdningsstruktur, arealbruk og energibruk i de to landene. Hvis vi antar konservativt at Norge kan oppnå 80 prosent av Danmarks resultater betyr dette at energimerking og økodesign kan gi en besparelse i Norge på 4,5 TWh i 2020 og 5,8 TWh i 2030.

Det har også tidligere vært gjennomført en studie om effekt av økodesign i EU. Denne studien omfattet færre produkter enn den danske studien, men viste likevel at det på europeisk nivå er forventet store besparelser som følge av direktivet. Dette er illustrert i Figur 3-11.



Figur 3-11 Beregnede effekter av økodesigndirektivet i EU i 2020. Kilde Energimyndigheten (www.energimyndigheten.se, 2014)

De røde søylene viser forventet energibruk per apparattype i EU i 2020. Den gule delen av søylene viser forventet effektivisering som følge av innføring av økodesignkrav. Figuren viser at kravene gir store samlede besparelser i Europa.

I løpet av de siste årene har glødepærer gradvis forsvunnet fra det norske markedet, og fra 1. september 2013 er det forbud mot å importere eller selge alle typer glødepærer. Det er EUs Økodesigndirektiv som stiller skjerpede krav til effektivitet i belysning, og ettersom direktivet er tatt inn i EØS-avtalen gjelder det også i Norge. Fra 2016 kommer det skjerpede krav til halogenpærer.

Watt og lumen

Lumen (lm) er en måleenhet som forteller hvor mye lys som kommer fra en lyskilde.

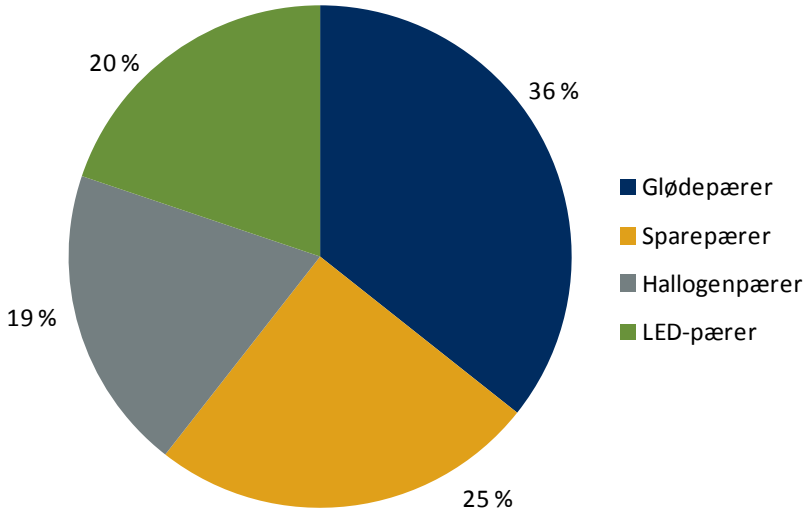
Watt (W) er måleenheten for effekt, altså hvor mye elektrisitet pæren bruker pr time.

Watt forteller ikke noe om hvor mye lys en pære avgir, men tidligere, da vi omtrent bare brukte glødepærer, brukte man watt som en referanse for lysstyrken i pæren.

I en tradisjonell glødepære omgjøres omtrent 10 % av energien til lys, mens resten blir til varme. I mer effektive pærer blir en større andel av energien til lys, og i LED-pærer går nesten all energien til lys.

En 40 W glødepære kunne typisk avgi 410-470 lm, mens en LED-pære på bare 7 W avgir 470 lm. Led-pæren bruker under 20 % av energien som glødepæren bruker.

Glødepærer har først og fremst vært i bruk i boliger. I en spørreundersøkelse Xrgia og TNS Gallup gjennomførte på vegne av NVE i 2011 kom det frem at hele 92 prosent av husholdningene rapporterer at de har glødepærer i boligen, mens 62 prosent rapporterer å ha halogenpærer og 59 prosent har LED-pærer. LED-pærer ga tidligere fra seg kaldt lys, og kunne ikke dimmes. Dette kan være noe av årsaken til at LED-pærene ikke er mer utbredt, til tross for at de bare bruker rundt en tidel av elektrisiteten som en tilsvarende glødepære bruker, og har mer enn ti ganger så lang levetid. Den relativt høye innkjøpsprisen på LED-pærer sammenlignet med glødepærer kan også virke inn her. Figur 3-12 viser hvordan lyspærene i norske boliger fordeler seg på de forskjellige teknologiene, i følge svarene fra denne spørreundersøkelsen. I gjennomsnitt rapporterer husholdningene at de har nesten dobbelt så mange glødepærer som LED-pærer. Her understrekes det at det er grunn til å tro at husholdningene har underrapportert den totale beholdningen sin av lyspærer, men det er likevel rimelig å anta at fordelingen på type pærer er riktig. Det er sannsynlig at andelen glødepærer har gått noe ned siden denne undersøkelsen ble gjennomført, ettersom salg og import av glødepærer i mellomtiden har blitt forbudt.



Figur 3-12 Fordeling av forskjellige typer lyspærer i norske boliger i 2011

Husholdningene svarer i gjennomsnitt at de har 25 lyspærer. Det er som nevnt grunn til å tro at dette er for lavt, men man kan anta at dette er pærene som er mest i bruk. Husholdningene svarer at de bruker pærene gjennomsnittlig 50 timer i uka. Dette betyr at dersom hver husholdning byttet ut fem 40 W glødepærer med 3 W LED-pærer, vil samlet energibruk til belysning i norske boliger reduseres med over 200 GWh pr år.

4 Hvordan påvirker energibruk i bygg energisystemet i Norge?

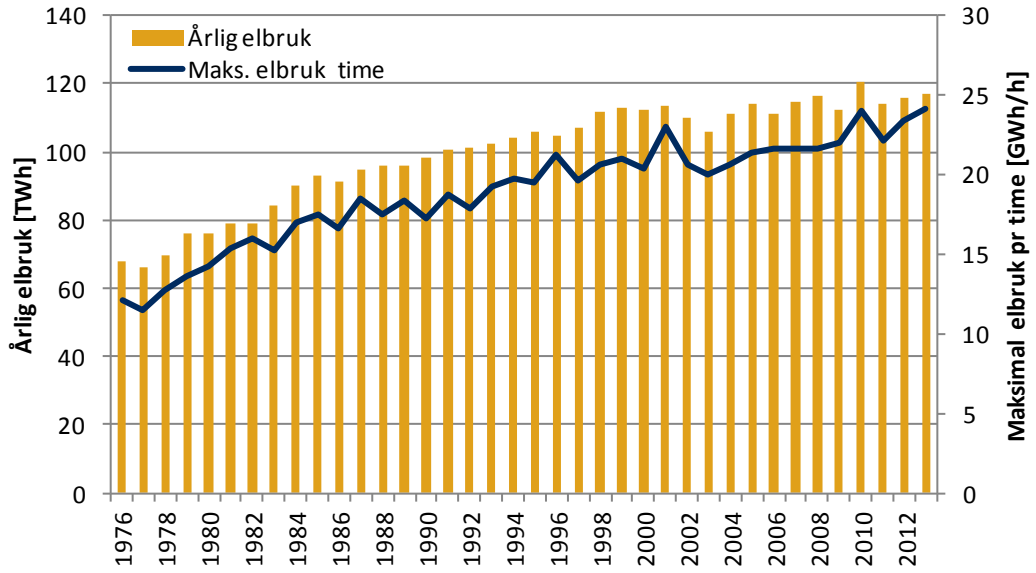
Selv om veksten i årlig elektrisitetsbruk har avtatt de siste årene, har det vært store variasjoner mellom kalde og milde år og det har blitt satt stadig nye rekorder i elektrisitetsbruk per time. En viktig grunn til denne utviklingen er at elektrisitet til romoppvarming i bygg varierer med utetemperaturen. Nye teknologier som luft til luft varmepumper har dempet veksten i årlig energibruk, men ikke maksimalforbruket på de kaldeste dagene om vinteren. Vekst i befolkningen i Norge er driver for høyere samlet forbruk av energi i boliger og yrkesbygg fremover, mens passivbygg og lavenergibygg vil dempe veksten i energibruk.

Mens kapittel 3 er en beskrivelse av fremtidens energisystemer i bygninger, er dette kapitlet en beskrivelse av hvordan energibruk i bygninger påvirker det samlede energisystemet i Norge. Rundt 80 prosent av energibruken i boliger og yrkesbygg dekkes av elektrisitet, slik at hovedfokuset vil være på kraftsystemet. Kapitlet starter med en beskrivelse av hvordan bruken av elektrisitet i bygg påvirker kraftsystemet i dag og har påvirket kraftsystemet de siste årene. Så viser vi hvordan noen sentrale drivere vil påvirke energibruken fremover.

4.1 Økende årlige variasjoner i elektrisitetsbruken

I kapittel 2.1 ble det vist at elektrisitet er den mest brukte energivaren i Fastlands-Norge. Stadig flere funksjoner i samfunnet er avhengig av elektrisk kraft. De fleste apparater i husholdningene er elektriske, næringsbygg trenger elektrisitet til belysning og tekniske anlegg og tog, trikk og T-bane må ha fungerende elektriske anlegg for å kunne kjøre. Forsyningssikkerhet handler derfor ikke bare om nok elektrisitet, men like mye om at elektrisiteten kommer frem til sluttbruker til riktig tid.

Selv om veksten i årlig elektrisitetsbruk har avtatt de siste årene har det vært store variasjoner mellom kalde og milde år og det har blitt satt stadig nye rekorder i elektrisitetsbruk per time. Dette illustreres i Figur 4-1. Fra 1998 begynte årlig bruk av elektrisitet i Norge å flate ut på et nivå rundt 114 til 115 TWh, men har i løpet av de siste 15 årene vært helt nede i 106 TWh i 2003 og helt oppe i 120 TWh i det kalde året 2010. Samtidig viser den blå linjen i Figur 4-1 at maksimal elektrisitetsbruk per time nådde en ny topp senest i 2013. Onsdag 23. januar fra klokka åtte til ni om morgenen ble det brukt 24.18 GWh elektrisitet i Norge, som er den høyeste bruken målt til nå. Store årlige endringer i bruk av elektrisitet og nye rekorder i bruk per time har i perioder gitt utfordringer både med å skaffe nok elektrisitet og få den frem til sluttbruker til riktig tid.



Figur 4-1 Årlig elektrisitetsbruk og maksimal elektrisitetsbruk per time fra 1976 til 2013. Kilde SSB, Statnett, NVE.

I Tabell 4-1 er det oversikt over utvalgte verdier fra det samme datasettet som Figur 4-1 bygger på og tabellen viser at mens årlig bruk av elektrisitet har steget 73 prosent siden midten av 1970-årene har maksimal elektrisitetsbruk per time steget 100 prosent i samme periode. Trenden med raskere vekst i maksimalbruken per time enn i årlig elektrisitetsbruk har fortsatt etter år 2000.

Tabell 4-1 Årlig elektrisitetsbruk og maksimal elektrisitetsbruk per time fra 1976 til 2013. Kilde SSB, Statnett og NVE.

	1976	1990	2000	2010	2013_F	Endring 76-13	Endring 00-13[1]
Årlig elbruk [TWh]	67,6	98,2	112,4	120,6	117,0	73 %	4 %
Maks elbruk per time [GWh/h]	12,1	17,2	21,0	24,0	24,2	100 %	15 %

[1] Årene som brukes som start- og sluttår betyr mye for beregnet vekst i elektrisitetsbruk, men trenden med sterkere vekt i timesbruk enn årlig bruk av elektrisitet gjelder uansett referanseperiode.

En viktig grunn til at elektrisitetsbruken svinger mye fra år til år er utetemperatur. En høy andel av elektrisitet brukt i husholdninger går til oppvarming av rom og dette forbruket er avhengig av utetemperaturen. I Energibruksrapporten til NVE fra 2012 ble det vist til flere nye studier som anslår at energi til oppvarming av rom i boliger står for rundt to tredjedeler av energibruken i husholdningene i Norge. Mye av denne energien er elektrisitet og bruken av elektrisitet vil derfor variere med ute-temperaturen. Det har i tillegg vært en overgang fra fyringsolje til mer elektrisk oppvarming i husholdninger, noe som har ført til at en større andel av elektrisitetsbruken blir temperaturavhengig. Det er også slik at folketallet i Norge øker og passerte i fem millioner i 2012. Dette krever flere

boliger og mer elektrisitet. Flere boliger og mer temperaturavhengig elektrisitetsbruk kan forklare veksten i maksimalbruken per time og de store svingningene i elektrisitetsbruken. Alle rekordene i maksimalbruk per time har kommet på kalde vinterdager.

Det er også andre forhold som har bidratt til større svingninger i elektrisitetsbruken i Norge. Utbredelsen av luft til luft varmepumper i norske husholdninger har ført til at elektrisitetsbruken varierer mer med utetemperaturen. En luft til luft varmepumpe har virkningsgrad på 2 til 3 ved temperaturer rundt null. Det vil si at for hver kWh elektrisitet som går inn i varmepumpen, leverer den 2 til 3 kWh varme ut i bygningen. Dette har bidratt til å redusere veksten i årlig elektrisitetsbruk i norske husholdninger de siste årene (Vestlandsforskning 2011). Ved utetemperaturer ned mot minus 10 grader og lavere reduseres effekten i luft til luft varmepumper og kan komme ned mot en virkningsgrad på 1 på de kaldeste dagene (NVE Energibruksrapporten 2011). Dette medfører at elektrisitet til romoppvarming i boliger med luft til luft varmepumper vil svinge mye fra milde til kalde vintre. I følge Norsk Varmepumpeforening (NOVAP) var det per april 2013 solgt rundt 750 000 varmepumper i Norge og rundt 90 prosent av disse var luft til luft varmepumper. De sier videre at anslagsvis 93 prosent av solgte varmepumper fortsatt var i drift i 2013. Det er derfor en betydelig andel av boligmassen i Norge som varmer opp huset sitt med luft til luft varmepumper.

4.2 Sentrale drivere for energibruk fremover

Denne rapporten beskriver teknologier og utviklingstrekk som både bidrar til å øke og til å senke energibruk, elektrisitetsbruk og elektrisk effekt i Norge. Nye bygningsstandarder, AMS og varmepumper er teknologier som vil påvirke energibruk i boliger og yrkesbygg fremover. I tillegg er det demografiske og økonomiske utviklingstrekk som påvirker energibruken. Dette kapitlet er en drøfting av hvordan sentrale drivere vil påvirke energi- og effektutviklingen i Norge. Drøftingen konsentrerer seg rundt drivere for energibruk i boliger og yrkesbygg. Tabell 4-2viser utvalgte drivere for energibruk, elektrisitetsbruk og elektrisk effekt i boliger og yrkesbygg som vil prege utviklingen fremover. Med drivere menes faktorer som påvirker energibruken. Pilene viser i hvilken retning de utvalgte faktorene vil drive energibruk, elektrisitetsbruk og elektrisk effekt.

Tabell 4-2 Utvalgte drivere for energibruk, elektrisitetsbruk og elektrisk effekt i boliger og yrkesbygg

	Energibruk[1]	Elbruk[2]	Maks effekt[3]
Drivere for økt energibruk			
Befolkningsvekst	↗	↗	↗
Økonomisk vekst	↗	↗	↗
Drivere for lavere energibruk			
Flere passivbygg og lavenergibygg	→	→	→
Rehab og enøk i eksisterende bygg	→	→	→
Luft til luft varmepumper	→	→	→
Væske til væske varmepumper	→	→	→
Energieffektiv belysning		→	→
Andre drivere for energibruk			
Utfasing oljefyr	→	↗	↗
Elektriske apparater		?	?
AMS	?	?	?
Elbiler	→	↗	↗

[1] Energi er summen av alle energivarer (elektrisitet, bioenergi, olje, gass, kull, varme)

[2] Elbruk er bruk av elektrisitet

[3] Effekt er her elektrisk effekt, målt som maks forbruk i en time . Jmf. beskrivelse av effekt i kapittel 2

4.2.1 Drivere for økt energibruk

Befolkningsvekst

Den kanskje viktigste driveren for økt energi- og elektrisitetsbruk er økende befolkning. I Statistisk sentralbyrås hovedalternativ for befolkningsfremskriving vil innbyggertallet i Norge stige fra dagens nivå på rundt 5 millioner innbyggere til rundt 6 millioner innbyggere i 2030 og deretter fortsette til 7 millioner i 2060 og 8 millioner i 2100. Flere innbygger bidrar til økt energibruk og økt bruk av elektrisitet. Stadig flere personer må ha et sted å bo, samlet boligareal stiger og samlet energibruk øker. Flere hus som skal varmes opp fører til høyere maksimalforbruk på de kaldeste vinterdagene. Flere innbyggere vil også normalt lede til at yrkesbyggarealet øker, fordi det blir flere yrkesaktive og det etterspørres flere tjenester. En større befolkning bidrar også til større etterspørsel etter elektriske apparater.

Økonomisk vekst

Økonomisk utvikling har mest å bety for energibruk i industrien, men påvirker også energibruk i husholdninger og tjenesteytende næringer. Bedre økonomi medfører normalt høyere etterspørsel etter varer og tjenester, både fra det offentlige og privatpersoner.

Dette kan føre til større boliger og yrkesbygg og høyere forbruk av elektrisitet. Høyere etterspørsel etter varer og tjenester vil også føre til flere eller større butikker, varehus, kafeer, produksjonslokaler og andre bygninger innen industri og tjenesteytende næringer. Energi til yrkesbygg innen tjenesteytende næringer har vokst rasker enn energibruk i husholdningene de siste 15 årene og med befolkningsvekst og god økonomisk utvikling fremover kan denne utviklingen fortsette. I Perspektivmeldingen til Finansdepartementet fra 2013 forventes det fortsatt god økonomisk vekst i Norge og vekst i disponibel inntekt per person.

4.2.2 Drivere for lavere energibruk

Nye energieffektive bygninger

I kapittel 3 ble det beskrevet hvordan energibehovet går ned i bygninger bygd etter teknisk forskrift fra 2010 og passivhusstandard. Alle nye bygninger må bygges etter gjeldende tekniske forskrift og dette vil redusere energibruk per kvadratmeter i nye bygg fremover. Et eventuelt krav om passivhusnivå i teknisk forskrift fra 2015 vil føre til at nye boliger og yrkesbygg får vesentlig lavere energibruk enn gjennomsnittet av dagens bygningsmasse. Det er først og fremst energi til romoppvarming som vil gå ned i nye bygninger. Dette medfører lavere bruk av energi til oppvarming.

Rehabilitering og energisparing i eksisterende bygninger

Rehabilitering og tiltak for energisparing i eksisterende bygninger vil bidra til å dempe veksten i samlet energibruk og elektrisk effekt. Etterisolering av vegger og tak, tetting av lekkasjer og energieffektive vinduer er blant de mest vanlige tiltakene ved rehabilitering og energisparing og dette er tiltak som reduserer oppvarmingsbehovet om vinteren. Hvor mye det vil gå ned er imidlertid usikkert.

Luft til luft varmepumper

Et energisparetiltak som har vært populært de siste ti årene er varmepumper. I kapittel 2 ble det vist til at luft til luft varmepumper er en effektiv måte å bruke elektrisitet på ved temperaturer rundt null grader, men at de på svært kalde dager har en virkningsgrad lik panelovner. Flere luft til luft varmepumper fremover kan gi ytterligere energisparing over året, men ikke bidra til å redusere maksimal effekt på svært kalde vinterdager. Overgang fra fyring med ved til oppvarming med luft til luft varmepumpe vil øke både elektrisitetsbruken og maksimal elektrisk effekt om vinteren.

Andre typer varmepumper

Andre typer varmepumper, som bergvarmepumper og sjøvarmepumper, er ikke avhengig av utetemperatur og vil redusere både elektrisitetsbruken og maksimal elektrisk effekt, sammenlignet med andre elektriske oppvarmingsløsninger. Denne typen varmepumper er mye dyrere å kjøpe og installere enn luft til luft varmepumper og er derfor mindre utbredt. Til gjengjeld er årlig energisparing høyere og levetiden lenger for væske til væske varmepumper enn luft til luft varmepumper.

Energieffektiv belysning

Energieffektiv belysning gir lavere elektrisitetsbruk og lavere elektrisk effekt. I kapittel 3 ble det anslått at dersom alle husholdninger i snitt skiftet ut fem glødepærer med fem LED-pærer ville det gi en årlig besparelse på 200 GWh. Tilsvarende 400 GWh om alle husholdninger i snitt skiftet ut ti glødepærer med ti LED-pærer. Til sammenligning var samlet nettobruk av strøm i Norge på 117 TWh i 2013. Energieffektiv belysning vil også gi lavere elektrisitetsbruk i gatelys og yrkesbygg, men størrelsen på samlet besparelse er vanskelig å anslå. I mange yrkesbygg er det allerede energieffektiv belysning som slår seg av og på ved tilstedeværelse i rommet.

4.2.3 Andre drivere for energibruk i bygg

Forbud mot oljefyr i bygninger

I Klimameldingen fra 2012 kom det forslag om å innføre forbud mot fossil olje i husholdninger og til grunnlast i øvrige bygg. Selv om et slikt forbud ennå ikke er innført, gir Enova økonomisk støtte til utskifting av oljefyr og mange husholdninger har allerede benyttet seg av denne støtteordningen. Husholdningene som har skiftet ut oljefyr går ofte over til direkte elektrisk oppvarming eller luft til luft varmepumper. Siden elektrisk oppvarming er mer energieffektivt enn oljefyr, fører dette til lavere energibruk men høyere elektrisitetsbruk. Mer bruk av elektrisitet vil her også bidra til høyere uttak av elektrisk effekt.

Elektriske apparater

Økodesigndirektivet setter minimumskrav til energieffektivitet i en rekke energirelaterte produkter. Belysning er allerede nevnt. I tillegg er det innført energikrav og energimerking av kjøleskap, frysere, fjernsyn, vaskemaskiner, tørketromler og en rekke andre elektriske apparater. Dette gjør kjøpere av elektriske apparater i stand til å velge den mest energieffektive modellen og har ført til at elektriske apparater er blitt stadig mer energieffektive. Til gjengjeld blir det stadig flere underholdningsapparater, slik at samlet forbruk av elektrisitet til apparater ikke nødvendigvis går ned (Kilde: Energibruksrapporten 2012).

AMS (automatisk måle- og styringssystem)

Automatisk måle- og styringssystem vil som omtalt tidligere i seg selv ikke lede til lavere bruk av elektrisitet. Derimot vil det gjøre det enklere for sluttbrukerne å styre og redusere elektrisitetsbruken sin. Timesmålt elektrisitetsbruk vil gjøre det enklere å følge med på forbruket av elektrisitet og redusere forbruket når elprisen er som høyest. Prisen på elektrisitet er vanligvis høyest når forbruket er høyest, fra klokka åtte til ti om morgenen en kald vinterdag. Dersom noe av forbruket flyttes fra dette tidspunktet til andre tidspunkt på dagen, vil det redusere maksimalforbruket per time og gi kunden en gevinst i form av lavere strømregning. Varming av tappevann er trukket frem som et forbruk som kan flyttes fra forbrukstoppene om morgenen til et senere tidspunkt på dagen, men i hvilken grad dette vil bli gjennomført er usikkert.

Elbiler

Det har de siste årene vært en kraftig vekst i antall elbiler i Norge og det er nå registrert over 19 000 elbiler i Norge (kilde: Norsk Elbilforening). På grunn av gunstige avgifter og gode betingelser er det grunn til å anta at veksten vil fortsette. Elmotoren har høyere virkningsgrad enn forbrenningsmotoren, slik at overgang fra bensin- og dieselbiler til elbiler reduserer energibruken. Til gjengjeld øker forbruket av elektrisitet. Normal lading av elbil foregår vanligvis gjennom husholdningenes egen strømforsyning eller ved offentlig tilgjengelige ladestasjoner. Noen yrkesbygg har også tilgang til lading av elbil. Lading av elbiler øker effektuttaket og kan bidra til økt maksimaleffekt i områder med mange elbiler. Dette er spesielt aktuelt i og rundt byene

5 Temperaturkorrigering av energibruken

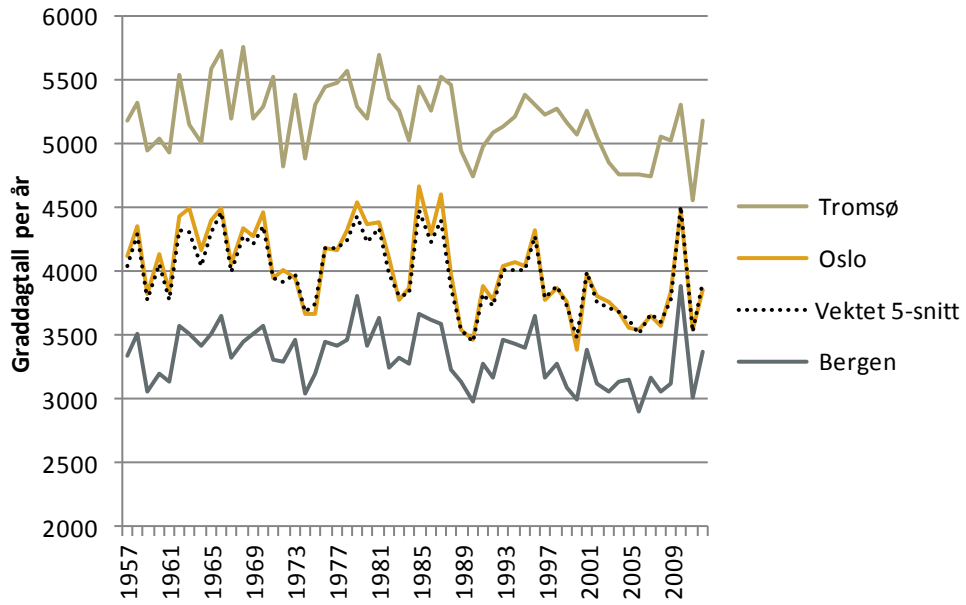
Store deler av energibruken i Norge går til oppvarming og varierer med utetemperatur. Dette kan gi betydelige forskjeller mellom energibruken i kalde og varme år. For å få et riktig bilde av utvikling i energibruk over tid normaliserer vi energibruken ved hjelp av graddagskorrigering. Denne metodikken tar hensyn til utetemperatur og kalde dager med høyt oppvarmingsbehov. Når vi korrigerer vekter vi også temperaturdataene i forhold til demografisk fordeling av bygninger i Norge.

En betydelig andel av energibruken i Norge går til oppvarming av bygg. Energibruk til oppvarming vil variere med utetemperatur, og energibruken vil være høyere i kalde år enn i varme år. I tillegg vil endring i den gjennomsnittlige utetemperaturen, for eksempel varmere klima, gi merkbar endring i energibruken over tid. For at vi skal få et riktig bilde av utviklingen i energibruk er det viktig å korrigere energibruken for endringer i utetemperatur. Vanligvis benytter vi graddagskorrigering, dvs at vi justerer energibruken for svingninger i utetemperatur.

Graddager er et mål for hvor kaldt det har vært og, hvor mye energi det dermed brukes til romoppvarming. En graddag er et uttrykk for forskjellen mellom døgnmiddeltemperatur på 17°C og den faktiske utvendige døgnmiddeltemperatur i et døgn, når temperaturen er lavere enn 17°C. Døgnets graddagstall utregnes derfor som forskjellen mellom 17°C og den utvendige døgnmiddeltemperatur. Tanken er at man har behov for å tilføre boligen varme når døgnmiddeltemperaturen er under 17°C. Hvis døgnmiddeltemperaturen i et gitt døgn er 10°C, så har døgnet 7 graddager. Alle døgn gjennom et år summeres til årets totale graddager. Et år med mange kalde dager vil ha flere graddager enn et år med mange varme dager.

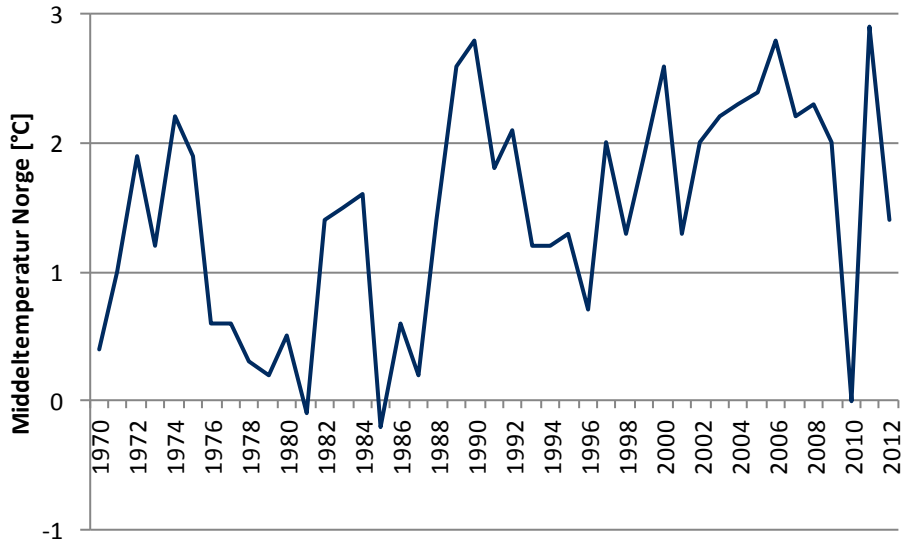
Graddagstall for et normalår kan regnes ut på flere måter, for eksempel som et snitt av alle stasjoner i Norge, eller som et snitt av bare noen utvalgte stasjoner. I våre utregninger bruker vi et graddagstall basert på vekting av fem målestasjoner; Oslo, Bergen, Værnes, Kjevik og Tromsø. Et vektet snitt av disse er relativt representative for den geografiske plasseringen av bygninger i Norge. Figur 5-1 viser de årlige graddagstallene for tre av disse fem stasjonene[17], samt det vektede snittet for de fem utvalgte stasjonene.

[17] Kjevik og Værnes er av hensyn til lesbarhet ikke tatt med i figuren. Disse har verdier som likner de andre stasjonene i figuren. Værnes har litt høyere verdier enn Oslo, Kjevik har verdier som ligger mellom Bergen og Oslo



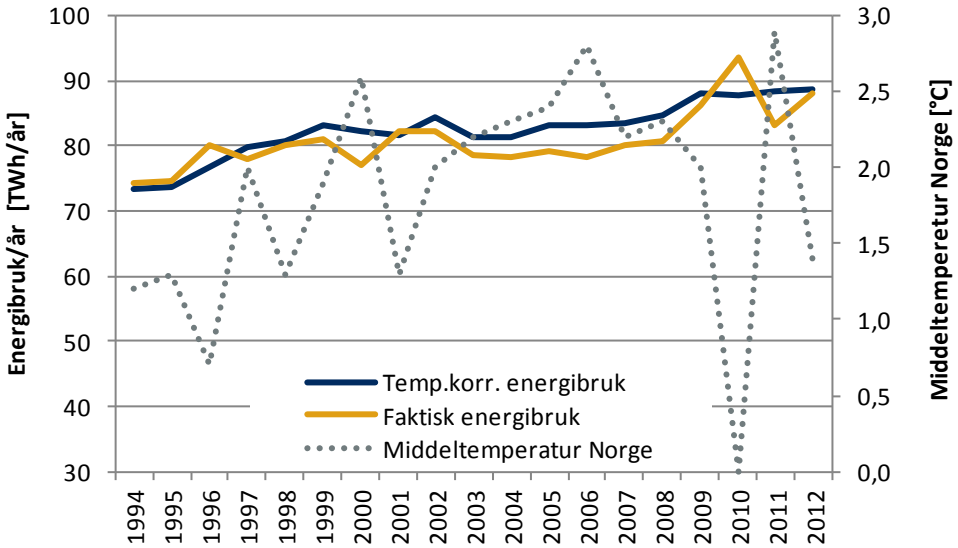
Figur 5-1 Graddagstall for tre utvalgte målestasjoner. Kilde: eKlima

Et graddagstall for et normalår vil dessuten påvirkes av hvilken tidsperiode som legges til grunn for utregning av normalgraddagstallet. En tidsserie basert på de siste 30 år vil gi et lavere graddagstall enn en snittserie basert på de siste 50 år. Dette fordi middeltemperaturen i siste 20 års periode har lagt høyere enn de foregående årene. Figur 5-2 viser hvordan middeltemperaturen i Norge har endret seg siden 1970 til 2012. Vi ser tydelig av figuren av middeltemperaturen steg i fra midten av 80-tallet. Det er dessuten store forskjeller mellom temperatur i enkeltår, slik som 2010 og 2011 som var som var henholdsvis mye kaldere og mye varmere enn normalt. I våre beregninger har vi valgt å legge til grunn et snitt av graddagstallene fra 1976 til 2012.



Figur 5-2 Utvikling av årlig middeltemperatur Norge. Kilde: eKlima

Det er i hovedsak energibruken i bygninger som temperaturkorrigeres. Dette gjelder dermed først og fremst energibruken i husholdninger og tjenesteytende sektor, som bruker henholdsvis ca 46 TWh og ca 38 TWh. I husholdningene går mer enn 2/3 til av energien til oppvarming. Tallene for tjenesteytende er mer usikre, men vi tror at kanskje 40 prosent går til oppvarming. Figur 5-3 viser utvikling i samlet energibruk i disse to sektorene, både og temperaturkorrigert og faktisk energibruk, sammen med middeltemperatur. Her ser en tydelig hvordan lav temperatur i 2010 og høy temperatur i 2011 påvirker energibruken den faktiske energibruken. Den temperaturkorrigerte energibruken viser derimot en helt annen og glattere trend. Dette illustrerer hvor viktig det er å temperaturkorrigere energibruken i disse sektorene.



Figur 5-3 Temperaturkorrigert og faktisk energibruk for bygg. kilde: SSB, eKlima. Bearbeidet av NVE

Formelen vi bruker for temperaturkorrigering av energibruken ser slik ut:

$$Energibruk_{temp.korr} = Energibruk_{målt} * \left[\left(Andel_{temp.avhengig} * \frac{GDT_{normalår}}{GDT_{målt\ år}} \right) + Andel_{temp.uavhengig} \right]$$

Hvor:

$Energibruk_{tempkorr}$ = Temperaturkorrigert energibruk

$Energibruk_{målt}$ = Målt energibruk det aktuelle året

$Andel_{temp.\ avhengig}$ =Andel av energibruken som er temperaturavhengig

$Andel_{temp.\ uavhengig}$ = Andel av energibruken som ikke er temperaturavhengig

$GDT_{normalår}$ = Antall graddagstall i et normalår

$GDT_{målt\ år}$ = Antall graddagstall for det aktuelle året

Dersom vi for eksempel temperaturkorrigerer husholdningenes energibruk for 2011 vil regnestykket se slik ut:

$$\text{Energibruk}_{\text{temp.korr}} = 45{,}5\ \text{TWh} * \left[\left(0{,}66 * \frac{3922}{3508} \right) + 0{,}34 \right] = 49{,}0\ \text{TWh}$$

Vi ser at den temperaturkorrigerte energibruken for 2011 er høyere enn den målte energibruken. Dette er fordi 2011 var et varmere år enn normalt, og da brukte vi følgelig mindre energi enn normalt. Hvis temperaturen hadde vært som normalt hadde vi altså brukt mer energi.

Referanser

Byggeindustrien. (2013, 10 28). *Løvåshagen : Bygg.no*. Hentet fra http://www.bygg.no/prosjekter/43984.0

Civitas m. fl. . (2013). *Erfaringer med bruk av lavenergi og passivhus yrkesbygg.* Oslo: Kommunal. og regionaldepartementet.

DSB. (2009, 06 10). *Vaskemaskiner, tørketromler og oppvaskmaskiner*. Hentet fra http://www.dsb.no/no/Ansvarsomrader/EL-sikkerhet/Elektriske-produkter/Bruk-av-elektriske-produkter/Vaskemaskiner-torketromler-og-oppvaskmaskiner-/

Energistyrelsen. (2013, 09 10). *Effektvurdering af ecodesign- og energimærkningskrav for produkter*. Hentet fra http://www.ft.dk/samling/20121/almdel/KEB/bilag/334/1282463/index.htm, http://www.ft.dk/samling/20121/almdel/KEB/bilag/334/1282462/index.htm

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

Enova. (2013, 10 23). Personlig kontakt.

Holøs, S., & Dokka, T. H. (2011). Inneklima og sommerkomfort i passivhus. *Passivhus - myter og fakta.* Oslo: Future Built.

Jadarhus. (2013, 10 23). Personlig kontakt.

Klinski, M., Thomsen, J., Hauge, Å. L., Jerkø, S., & Dokka, T. H. (2012). *Systematisering av erfaringer med passivhus.* Sintef Byggforsk.

Kommunal- og regionaldepartementet. (2012, 06 15). Meld. St. 28 (2011-2012): Gode bygg for eit betre samfunn - Ein framtidsretta bygningspolitikk. *Melding til Stortinget*. Oslo, Norge: Kommunal- og regionaldepartementet.

Lavenergiprogrammet. (u.d.). *Myter om passivhus - Lavenergiprogrammet*. Hentet 10 02, 2013 fra http://www.lavenergiprogrammet.no/myter-om-passivhus/myter-om-passivhus-article40-239.html#articletop

Lindberg, K. B., & Doorman, G. (2013). Hourly load modeling of non-residential building stock. *IEEE PowerTech 2013.* Grenoble: IEEE.

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

Mesterhus. (2013, 10 23). Personlig kontakt.

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

Miljøverndepartementet. (2012, 04 25). Meld. St. 21 (2011–2012): Norsk Klimapolitikk. *Melding til Stortinget*. Oslo: Miljøverndepartementet.

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.

NVE. (2011). Energibruksrapporten 2011 - Energibruk, Energibruk i Fastlands-Norge. Oslo: NVE.

NVE. (2012). Energibruksrapporten 2012 - Energibruk i husholdningene. Oslo: NVE.

NVE. (2013). *NVEs rolle når et gjelder smarte nettløsninger.* Hentet 07 11, 2013 fra http://www.energinorge.no/getfile.php/FILER/KALENDER/Foredrag%202012/Smartgridkonferansen/Per%20Sanderud%20-%20NVE%20-%20Smartgrid%2012%209%202012.pdf

Rambøll . (2013). Energiregler 2015 FOrslag til endringer i TEK for nybygg. Oslo: DiBK.

Stamminger, R., & Anstett, V. (2013, 4). The Effect of Variable Electricity Tariffs in the Households on Usage ogf Household Appliances. *Smart Grid and Renewable Energy*, ss. 353-365.

www.energimyndigheten.se. (2014, 01 10). Hentet fra http://www.energimyndigheten.se/Global/Hushåll/Belysning/Belysningsbilaga_TA.pdf

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

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

Utgitt i Rapportserien i 2014

Nr. 1 Analyse av energibruk i forretningsbygg. Formålsdeling. Trender og drivere

Nr. 2 Det høyspente distribusjonsnettet. Innsamling av geografiske og tekniske komponentdata

Nr. 3 Naturfareprosjektet Dp. 5 Flom og vann på avveie. Dimensjonerende korttidsnedbør for Telemark, Sørlandet og Vestlandet: Eirik Førland, Jostein Mamen, Karianne Ødemark,Hanne Heiberg, Steinar Myrabø

Nr. 4 Naturfareprosjektet: Delprosjekt 7. Skred og flomsikring. Sikringstiltak mot skred og flom Befaring i Troms og Finnmark høst 2013

Nr. 5 Kontrollstasjon: NVEs gjennomgang av elsertifikatordningen

Nr. 6 New version (v.1.1.1) of the seNorge snow model and snow maps for Norway. Tuomo Saloranta

Nr. 7 EBO Evaluering av modeller for klimajustering av energibruk

Nr. 8 Erfaringer fra uværet Hilde, november 2013

Nr. 9 Erfaringer fra uværet Ivar, desember 2013

Nr. 10 Kvartalsrapport for kraftmarknaden. 3. kvartal. Ellen Skaansar (red.)

Nr. 11 Energibruksrapporten 2013

Norges
vassdrags- og
energidirektorat

Norges vassdrags- og energidirektorat

Middelthunsgate 29
Postboks 5091 Majorstuen
0301 Oslo

Telefon: 09575
Internett: www.nve.no