



# Analyse av energibruk i yrkesbygg

Formålsdeling  
Trender og drivere

24  
2016

R  
A  
P  
P  
O  
R  
T



## Rapport nr 24-2016

### Analyse av energibruk i yrkesbygg

**Utgitt av:** Norges vassdrags- og energidirektorat

**Redaktør:** Benedicte Langseth

**Forfattere:**

**Trykk:** NVEs hustrykkeri

**Opplag:** Kun elektrinisk

**Forsidefoto:** Simon Oldani

**ISBN** 978-82-410-1215-0

**ISSN** 1501-2832

**Sammendrag:** Rapporten sammenstiller resultater fra rapportene «Energibruk i kontorbygg. Trender og drivere», «Analyse av energibruk i forretningsbygg. Formålsdeling. Trender og drivere» og «Analyse av energibruk i undervisningsbygg. Formålsdeling. Trender og drivere» samt materiale som ikke er publisert tidligere. Rapporten presenterer drivere for energibruk i yrkesbygg, fordelt på drivere for areal og drivere for spesifikk energibruk. I tillegg presenteres representativ formålsdelt energibruk for hver av de 11 kategoriene innenfor yrkesbygg.

**Emneord:** Energibruk, yrkesbygg, drivere, formålsdelt energibruk, barnehage, kontor, skole, universitet, høyskole, sykehus, sykehjem, hotell, idrettsbygg, forretningsbygg, kulturbygg, lett industri, verksted

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

Telefon: 22 95 95 95  
Telefaks: 22 95 90 00  
Internett: [www.nve.no](http://www.nve.no)

Februar 2016

# **Analyse av energibruk i yrkesbygg**

Formålsdeling  
Trender og drivere

# Innhold

<b>Forord.....</b>	<b>3</b>
<b>Sammendrag .....</b>	<b>4</b>
<b>1 Innledning .....</b>	<b>5</b>
<b>2 Drivere for energibruk i yrkesbygg .....</b>	<b>6</b>
2.1 Drivere for areal .....	6
2.2 Drivere for spesifikk energibruk .....	7
<b>3 Formålsdelt energibruk .....</b>	<b>10</b>
3.1 Metodikk .....	10
3.2 Barnehage.....	12
3.3 Kontorbygg .....	16
3.4 Skole.....	19
3.5 Universitet/høgskole.....	23
3.6 Sykehus .....	26
3.7 Sykehjem.....	32
3.8 Hoteller.....	36
3.9 Idrettsbygg.....	40
3.10 Forretningsbygg .....	43
3.11 Kulturbygg .....	48
3.12 Lett industri og verksted.....	52
<b>4 Sammenstilling av energibruk i yrkesbygg.....</b>	<b>56</b>
<b>5 Referanser .....</b>	<b>63</b>

# Forord

Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) har ansvaret for å holde oversikt over utvikling i den stasjonære energibruken i Norge. Dette innebærer å kunne beskrive endringer i forbruket innenfor de ulike sektorene i samfunnet, inkludert bygningsmassen. For å kunne gjøre dette er det behov for mer kunnskap om hvordan energi brukes i yrkesbygg i dag og hvordan den vil brukes fremover. Dette innebærer både at det må bygges opp bedre statistikk og at kunnskapen om hvilke faktorer som påvirker energibruken må økes.

Denne rapporten oppsummerer resultatene fra fire prosjekter, som ble gjennomført i perioden fra 2012 til 2015. Arbeidet ble gjennomført av Thema Consulting Group, COWI, Multiconsult, Analyse & Strategi og Entro på oppdrag fra NVE. De utførende konsulentene er ansvarlig for det faglige innholdet i rapporten.

Deler av innholdet i denne rapporten er publisert tidligere. NVE har bearbeidet innholdet for å tilpasse det til denne samler rapporten.

NVE ønsker å takke Thema Consulting Group, COWI, Multiconsult, Analyse & Strategi og Entro for godt samarbeid gjennom prosjektene.

Oslo, februar 2016



Anne Vera Skriverhaug  
avdelingsdirektør



Martin C. Brittain  
seksjonssjef

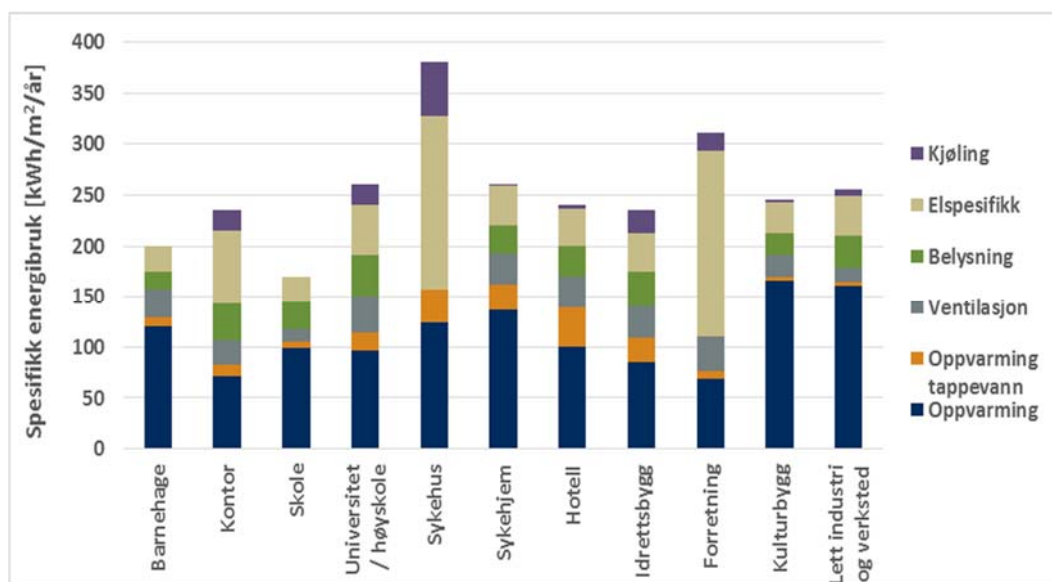
# Sammendrag

Drivere for energibruk i yrkesbygg kan deles inn i drivere for areal ( $\text{m}^2$ ) og drivere for spesifikk energibruk ( $\text{kWh}/\text{m}^2/\text{år}$ ).

Den klart viktigste driveren for areal er befolkningsutvikling, jo flere personer vi er i Norge, jo mer areal i yrkesbygg trenger vi. Her spiller alderssammensetningen i befolkningen en rolle med tanke på hvilke typer yrkesbygg det er mest behov for (eldrebølge medfører relativt mer behov for areal innenfor sykehjem enn i de andre kategoriene). Arealkostnader, økonomisk utvikling, næringsstruktur og bransjespesifikke drivere bidrar også til å påvirke mengden utbygd areal.

Utviklingen i spesifikk energibruk er helt avhengig av bygningsmassens tekniske standard. Her spiller TEK en viktig rolle, sammen med frekvensen for riving og rehabilitering av bygningsmassen og hvor mye som bygges nytt hvert år. Byggeiers ønske om et godt omdømme spiller også inn her. Hvordan bygget driftes er også avgjørende for spesifikk energibruk. Kunnskap om drift av bygg, for eksempel ved hjelp av verktøy for energioppfølging, er viktig for å ikke bruke mer energi enn nødvendig. Byggenes åpningstider og energipriser spiller også stor rolle her.

Formålsdelt energibruk er beregnet for hver av de 11 kategoriene yrkesbygg. Resultatene er oppsummert i figuren under. Dette er formålsdelt energibruk i bygg som skal være representative for hele bygningsmassen innenfor hver byggekategori, og gjenspeiler derfor ikke energibruken i nye bygg.



# 1 Innledning

NVE har ansvar for å holde oversikt over utviklingen i den stasjonære energibruken i Norge. Dette innebærer at NVE skal kunne beskrive endringer i forbruket innenfor de ulike sektorene i samfunnet, inkludert byggsektoren. For å kunne gjøre dette har NVE behov for kunnskap om hvordan yrkesbygg bruker energi i dag. Samlet energibruk i norske yrkesbygg har de siste årene ligget rundt 36 TWh i år med tilnærmet normal utetemperaturer, og står for rundt 15 % av innenlands energibruk<sup>1</sup>. Det har derfor vært svært viktig å få bedre innsikt i hva yrkesbyggene bruker energi til og hvilke faktorer som påvirker energibruken.

Denne rapporten oppsummerer resultatene av fire års arbeid med energibruk i yrkesbygg. I 2012 var fokus på drivere for energibruk i kontorbygg, året etter ble forretningsbygg analysert, både i forhold til drivere for energibruk og formålsdelt energibruk, og i 2014 så man på drivere for energibruk og formålsdelt energibruk i barnehager, skoler og universitets- og høyskolebygg. Arbeidet fra hvert av disse årene har resultert i publiserte rapporter (Thema Consulting Group og COWI, 2013), (Multiconsult AS, Analyse & Strategi og Entro AS, 2014) og (Multiconsult AS, Analyse & Strategi AS og Entro AS, 2014). Arbeidet i 2015 var fokusert på å finne formålsdelt energibruk i de sju resterende kategoriene yrkesbygg (her bruker vi samme inndeling i bygningskategorier som byggteknisk forskrift og NS 3031). Arbeidet utført i 2015 har ikke blitt publisert tidligere.

---

<sup>1</sup> Inkludert råstoff, men ekskludert energibruk i energinæringer

## 2 Drivere for energibruk i yrkesbygg

Drivere for energibruk i bygningsmassen er faktorer som påvirker energibruken slik at den endrer seg. Total energibruk i bygningsmassen er et resultat av hvor mye areal som er bygd og hvor mye energi man bruker pr arealenhet. Det er derfor hensiktsmessig å skille mellom drivere for bygningsareal ( $\text{m}^2$ ) og drivere for spesifikk energibruk ( $\text{kWh}/\text{m}^2/\text{år}$  i et normalår).

### 2.1 Drivere for areal

Med areal menes her bygningsmassens totale areal i Norge. Den viktigste driveren for areal er befolkningsutviklingen, som påvirker behovet for areal direkte. Jo flere mennesker som bor i Norge, jo mer areal trenger vi til skoler, sykehjem, kulturbygg og kontorbygg. Sammenhengen mellom befolkning og areal er størst ved befolkningsøkning, som fører med seg behov for flere og større yrkesbygg. Dersom man i områder ser en reduksjon i befolkningen, er det ikke gitt at utbygd areal reduseres tilsvarende, i form av riving av bygninger. Bygningsmassen som er oppført har en verdi i seg selv, og dersom befolkningen skulle øke igjen ville det være lite gunstig å ha revet arealer som man da får bruk for.

Sammensetningen av befolkningen vil være avgjørende for hvilke type yrkesbygg man trenger mer av. Den forventede eldrebølgen vil kunne føre til økt behov for areal innenfor sykehjem. Dersom fødselsratene øker, vil behovet for barnehager og skoler øke.

Økonomisk vekst er en annen driver for økt areal i yrkesbygg, da økt aktivitet og økt sysselsetting vil kreve mer areal i yrkesbygg. Også forventninger om økt aktivitet kan bidra til at det startes flere byggeprosjekter.

På en annen side kan man tenke seg at det i økonomiske nedgangstider iverksettes motkonjunkturtiltak i form av økt utbygging av offentlige bygg. Det er imidlertid ikke noen entydig sammenheng mellom lavkonjunkturer og offentlig pengebruk. I sum er det grunn til å anta at høyere økonomisk vekst over tid gir større vekst i kontorarealet enn vedvarende relativt lav vekst.

Utvikling i næringssammensetning vil være av stor betydning for hvilke type yrkesbygg som vil oppleve vekst i utbygd areal. Historisk har den økonomiske veksten i Norge og andre vestlige land medført at stadig flere sysselsettes i tjenesteytende næringer og offentlig forvaltning, typiske næringer som krever økt areal i kontorbygg.

Jo mer etterspørsel etter yrkesbygg, jo høyere vil arealkostandene bli. Dermed vil det bli dyrere å opprettholde arealet pr ansatt i for eksempel kontorbygg på det nivået man har hatt, og man forsøke å få flere ansatte pr arealenhet. Økte arealkostnader vil altså trekke utbygd areal ned.

Innenfor hver bransje eller bygningstype kan det være egne drivere som påvirker behovet for areal. Lovfestet rett til barnehageplass er et eksempel på dette. Når alle barn har krav på barnehageplass, øker behovet for areal til barnehager. Det samme gjelder innføringen av maksimalgrense for hva man skal betale for en barnehageplass.



Et annet eksempel er tilbøyeligheten til høyere utdanning. Jo større andel av befolkningen som ønsker å ta høyere utdanning, jo mer areal er det behov for innenfor universitets- og høyskoler.

Den ventede eldrebølgen, der antallet eldre mennesker i Norge øker kraftig på grunn av de høye fødselstallene etter andre verdenskrig og økt levealder, vil sannsynligvis føre med seg økt behov for areal innenfor sykehjem og kanskje også sykehus.

Økt handling på internett, der man får varene levert hjemme, kan bidra til at arealet i forretningsbygg blir lavere enn det ellers ville vært.

## **2.2 Drive for spesifikk energibruk**

### **2.2.1 Bygningsmassens kvalitet**

Bygningsmassens kvalitet betyr i denne sammenhengen hvor gode egenskaper bygget har med hensyn til bruk av energi. Dette inkluderer blant annet hvor godt isolerte vegger, tak og gulv er, hvor tett bygget er (fravær av trekk) og hvor mye av varmen i lufta som gjenvinnes i ventilasjonssystemet.

Byggteknisk forskrift (TEK) regulerer minstekrav til kvalitet ved oppføring av nye bygg. Her settes blant annet krav til isolasjonsevne i vegger, gulv, tak og vinduer samt krav til tetthet i kuldebroer. Kravene blir stadig strammet inn, sist fra 01.01.2016. TEK er av stor betydning for energibruken i nye bygg, og innstrammingene har ført til at nye bygg bruker stadig mindre energi.

Valg av oppvarmingsløsning vil også kunne ha stor betydning for energibruken. Dette gjelder spesielt dersom man velger å installere varmepumpe, som reduserer energibruken til oppvarming kraftig. Også energibruken til oppvarming av varmt tappevann vil kunne bli betydelig påvirket dersom man velger en luft/vann eller væske/vann varmepumpe.

Kravene til inneklima i bygg har blitt stadig strengere og krever større mengder ventilasjonsluft, noe som har ført med seg økt energibruk til oppvarming av ventilasjonsluft og vifter som driver luften gjennom bygget.

Tidligere var det vanlig å bruke batterigjenvinnere og kryssgjenvinnere til varmegjenvinning av ventilasjonsluften. Disse har dårligere virkningsgrad enn roterende varmegjenvinnere, men på 1990- og 2000-tallet var det en periode hvor man gikk vekk fra roterende varmegjenvinner på grunn av frykt for forurensning fra avtrekksluft. De senere årene er roterende varmegjenvinnere tatt i bruk igjen i, noe som gir lavere energibruk til oppvarming av ventilasjonsluft. Den seneste tid har det vært økt fokus på behovsstyring av ventilasjon (VAV) som reduserer gjennomsnittlig luftmengde og forbedret varmegjenvinning i ventilasjonsanlegg, og denne trenden vi fortsette.

Arbeidstilsynet setter krav til maksimal innetemperatur på arbeidsplassen. I flere typer bygg (blant annet kontorbygg og forretningsbygg) brukes det så mye teknisk utstyr, som avgir varme, at det blir behov for komfortkjøling i bygget. Dette problemet blir større i nyere bygg, der bygningskroppen er tettere og holder bedre på varmen.

Rehabiliteringsraten i bygningsmassen er en viktig driver for redusert energibruk fordi bygninger normalt har lavere energibehov etter rehabilitering. Jo flere bygg som rehabiliteres, jo lavere blir samlet energibruk i yrkesbygg i Norge.

Teknologiutviklingen de siste 10-15 årene har medført langt mer effektive lyskilder slik at man får økt lysutbytte per watt man bruker. Det har gitt stor reduksjon i energibruken uten at det har gått på bekostning av opplevd lysnivå. Det er vanlig med utskifting av grunnbelysningen fra lysrør type T8 med mekanisk forkobling til lysrør type T5 med elektronisk forkobling. LED-belysning er også på full fart inn i markedet og kan være en viktig driver for redusert energibruk fremover. I byggeprosjekter med modernisering av lysanlegget ser vi et økt fokus på optimale lysstyringssystemer som regulerer automatisk etter tilstedeværelse og/eller dagslys. Mange nye lysarmaturer har slik automatikk integrert eller er forberedt for tilknytning. Dette er en trend som sannsynligvis vil fortsette i årene som kommer.

Energibruk i elektriske apparater varierer kraftig mellom de forskjellige typene yrkesbygg. For eksempel i matbutikker brukes det svært mye energi til kjøle- og fryseinstallasjoner. Her har installasjon av dører på kjølereoler og overtrekk på kjøle/frysedisker bidratt til å redusere forbruket, men det antas å fremdeles være potensial for reduksjoner i mange butikker. I skoler er bruken av IKT-utstyr stadig økende, slik at denne energibruken også øker. I kontorbygg ser man at datamaskiner, skrivere og kopimaskiner krever stadig mindre energi, mens flere og større eksterne skjermer til datamaskiner trekker energibruken oppover.

### **2.2.2 Drift**

Hvordan byggene driftes er av stor betydning for energibruken. Motivasjon og kunnskap hos driftsansvarlig er viktig og bruken av flere og mer avanserte tekniske anlegg i byggene stiller større krav til korrekt betjening og oppfølging, da feil i driften påvirker energibruken negativt.

Bruk av energioppfølgingssystem (EOS) gir byggherren, driftsansvarlig og bruker mulighet til å følge energiforbruket over tid, slik at man får et bedre grunnlag for å finne ut hvorfor energibruken eventuelt endres og hvilke tiltak som må iverksettes for å korrigere økt energibruk. Sentral driftskontroll (SD) er et anlegg for styring, regulering og overvåkning av de tekniske installasjonene i bygget, som er et viktig verktøy for å drifte de tekniske anleggene i dagens bygg rasjonelt og effektivt. Økt fokus på energibruk bidrar til større utbredelse av disse verktøyene.

I de fleste bygg går energibruken kraftig ned når det ikke er folk til stede i bygget, slik at byggets åpningstider er viktig for energibruken. Energibruken øker for eksempel ved lengre åpningstider for butikker og kjøpesenter, fleksibel arbeidstid i kontorbygg som gjør at det er folk på jobb der fra tidlig om morgenen til seint på kvelden og dersom skolen holder åpent på kveldstid for å huse fritidsaktiviteter.

### **2.2.3 Andre drivere**

I byggsektoren ser man nå en trend der mange byggeiere ønsker å ha mest mulig miljøvennlige bygg, og ha bevis på at dette er tilfellet slik at de kan bruke det for å styrke omdømmet sitt. Ved bestilling av nytt bygg er det ikke uvanlig å sette krav om energimerkordningens energikarakter A, eller en viss klassifisering i merkeordningen BREEAM-NOR.

Klimaendringer vil også kunne være med på å endre energibruken i bygningsmassen. Dersom vintrene blir mildere vil energibruken til oppvarming kunne reduseres. Mens mer vind og fuktigere klima vil kunne øke energibruken.

Utviklingen i energipriser vil kunne ha en viss påvirkning på energibruken i yrkesbygg. Vedvarende høye energipriser over tid vil kunne føre til at det investeres mer i energibesparende produkter som varmepumper og energioppfølgingssystemer.

## 3 Formålsdelt energibruk

I dette kapitlet presenteres formålsdelt energibruk for yrkesbygg. Det første delkapitlet går gjennom metodikken som er brukt, og de andre underkapitlene tar for seg én og én bygningskategori og finner formålsdelt energibruk.

### 3.1 Metodikk

Entro AS har utarbeidet formålsdelt energibruk for alle byggkategoriene. Arbeidet har foregått i to trinn. Den første oppgaven var å finne spesifikk energibruk for hver bygningskategori. Til dette ble eksisterende statistikk benyttet. Så ble energibruken i fem bygg i hver bygningskategori analysert, for å finne formålsdelt energibruk.

#### 3.1.1 Spesifikk energibruk

De siste studiene fra Statistikk sentralbyrå (SSB) (Abrahamsen, Bergh, & Fedoryshyn, 2013) (Bergh & Abrahamsen, 2011) er brukt som grunnlag for å finne representativ spesifikk energibruk for hver bygningskategori.

Tilgjengelig bygningsstatistikk fra Enova (Enova, 2014), (Enova, 2013) (Enova, 2012) og fra Statsbygg (Statsbygg, 2014) (Statsbygg, 2014a) er i tillegg brukt som sammenligningsgrunnlag for aktuelle bygningskategorier. Statistikkene fra SSB og Enova inneholder arealvektet gjennomsnittlig spesifikk forbruk som har vært steds- og temperaturkorrigert til Oslo klima. Det er disse tallene som er presentert i denne rapporten. Statsbygg sine tall er arealvektet gjennomsnittlig temperaturkorrigert forbruk men er ikke stedskorrigert til Oslo klima.

#### 3.1.2 Formålsdelt energibruk

For å sikre best mulig nytte av formålsdelingen, var det ønskelig med en inndeling i formål som i størst mulig grad samsvarer med inndelingen for beregning av energibudsjett oppgitt i NS 3031 (Standard Norge, 2014). Det er i Norge få bygninger som har så detaljert målerstruktur for måling av energibruk. For enkelte bygningskategorier (sykehjem, idrettsbygg, kulturbygg, lettindustri) finnes det svært få bygninger med slik målerstruktur. Selv bygninger med svært godt detaljert målerstruktur viser ikke alltid samsvar med inndelingen beskrevet i NS 3031. Dette skyldes at målere monteres med hensyn til energioppfølging og med tanke på mulighet for påvirkning av energibruken, eller med tanke på muligheten for viderefakturering av leietakere. Det var derfor ikke mulig å få til ønsket detaljeringsnivå på formålsdelingen.

Med innblikk i måledata som eksisterer ble det bestemt at følgende energiposter skulle kartlegges gjennom prosjektet:

- Energibruk til oppvarming, omfatter romoppvarming samt oppvarming av ventilasjonsluft
- Energibruk til oppvarming av varmtvann

- Energibruk til drift av ventilasjonsanlegg
- Energibruk til belysning
- Resterende el. spesifikk forbruk (inkluderer energi til pumpedrift)
- Energibruk til kjøling der det er relevant

For hver bygningskategori ble energibruk i fem bygg analysert og fordelt på formål. Kriteriet for utvelgelsen av de fem byggene var at man hadde tilgjengelig energidata for minst 3 hele år i Entros database<sup>2</sup>. Andre utvalgskriterier var adskilte energimålere for varmekonsumet, timesavleste energimålere, godkjenning fra byggeieren om å bruke energidataene til prosjektet, samt beliggenhet i Oslo eller i nærheten slik at det ble mulig å gjennomføre en befaring på alle bygg som ikke hadde detaljerte energimålinger.

Utfyllende informasjon om arbeidsmetoden og forutsetninger er presentert i vedlegg A.

### 3.1.3 Representativt formålsdelt energibruk

Det overordnede målet for prosjektet var å definere et formålsdelt energibruk som var representativt for eksisterende bygningsmasse innenfor hver bygningskategori.

Det representative forbruket ble beregnet på følgende måte:

1. Total spesifikk forbruk ble fastsatt basert på tilgjengelig statistikk for hver bygningskategori.
2. Formålsdelt energibruk ble kartlagt for (minst) fem bygg.
3. Det formålsdelte energibruket ble omregnet til et gjennomsnitt (lik vekt for de fem byggene).
4. Den gjennomsnittlige prosentvis fordelingen av energibruken per post ble ansett som representativt for bygningskategorien.
5. Total spesifikk forbruk representativ for bygningskategorien (pkt.1) ble oppstykket ut fra den gjennomsnittlige prosentvis fordelingen.

Ved utvelgelse av de fem byggene har man etterstrebet noe spredning blant byggene i forhold til både areal og byggeår. I tillegg har man valgt bygg med forskjellige formål i bygningskategorier som dekker mange underkategorier (idrettsbygg, kulturbygg, lett industri og verksted) (Standard Norge, 2013) (Kartverket, 2014).

Det ble forsøkt å ha i utvalget minst et bygg fra byggeperioden med størst total areal (se tabell 1 i vedlegg B). Man hadde også et ønske om at arealvektet gjennomsnittlige temperatur- og stedskorrigert spesifikk energibruk for de fem byggene var i samme

---

<sup>2</sup> Entro AS er et rådgiving- og serviceselskap som blant annet tilbyr energioppfølgingstjenester. Dette innebærer at byggets energibruk måles hver time på forskjellige målere. Måledataene lagres i en database og brukes til å analysere energibruken i bygget.

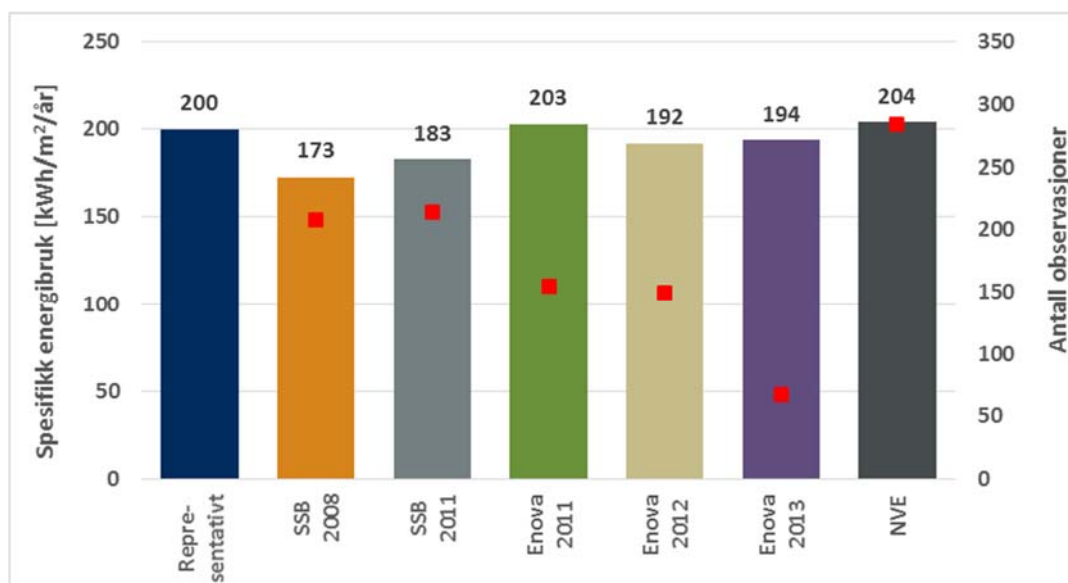
størrelsesorden som det representative tallet som ble funnet i eksisterende statistikk. De to siste nevnte kriteriene har ikke vært mulig å oppfylle for alle bygningskategoriene.

Ettersom adgangen til detaljerte måledata for energibruk er begrenset, ble det valgt en tilnærming som innebar befaring til de fleste byggene. Dette ble gjort for å styrke kvalitet i beregningen av formålsdelingen, og vi mener at kartleggingen gjort gjennom dette prosjektet gir et nokså riktig bilde av formålsdelt energibruk i norske yrkesbygg i dag. Dette til tross for at utvalget på fem bygg innenfor hver bygningskategori er lite, og på ingen måte kan sies å være statistisk representativt.

## 3.2 Barnehage

### 3.2.1 Spesifikk energibruk

Figur 3.1 viser gjennomsnittlig målt spesifikk energibruk i forskjellige statistikker. Søylen NVE til høyre i figuren er data hentet ut fra databasen for energimerkeordningen for bygg. Dataene er hentet ut i 2014. På bakgrunn av de ulike statistikkene vist i figuren, er 200 kWh/m<sup>2</sup>/år valgt som representativ energibruk i barnehager. Tallene fra SSB ligger lavere, men her er bygg med areal under 250 m<sup>2</sup> holdt utenfor statistikken. Dette er med på å redusere spesifikk energibruk i disse statistikkene.

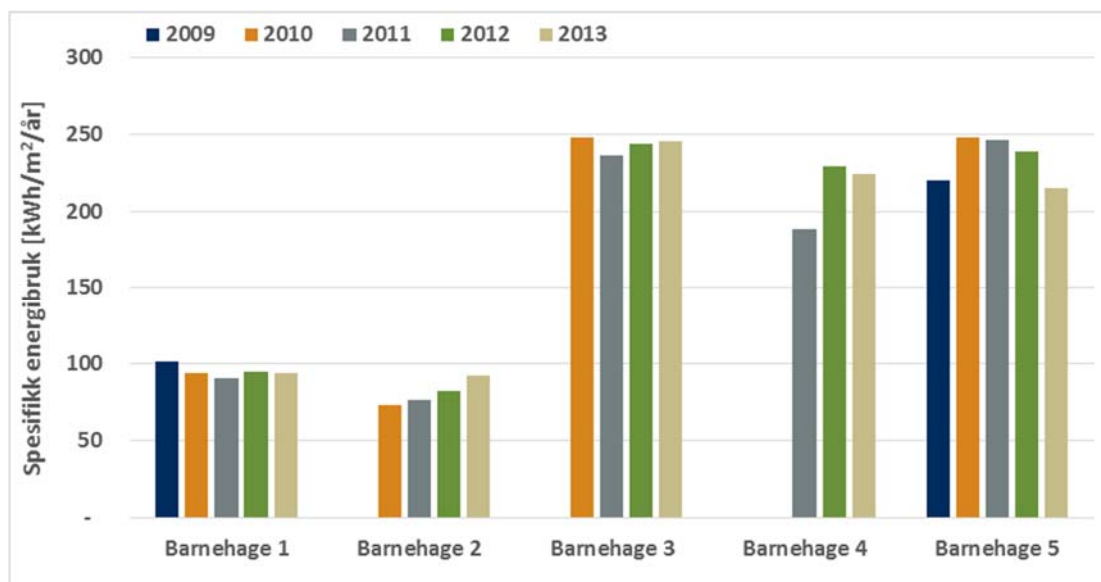


Figur 3.1 Gjennomsnittlig målt spesifikk energibruk i barnehagebygg i forskjellige statistikker, de røde prikkene viser antall observasjoner

Barnehager flest har kortere sommerferie enn skoler, og de er i bruk flere timer pr dag. I tillegg er det gjerne høyere innetemperatur i barnehager enn i skoler. Dette er noe av årsaken til at spesifikk energibruk i barnehager ligger noe høyere enn i skoler.

### 3.2.2 Utvalgte bygg

Fem barnehagebygg er valgt ut for nærmere analyse. Dette er bygg som har gode måledata. Figur 3.2 viser spesifikk energibruk i de fem byggene for årene fra 2009 til 2013. Energibruken er steds- og temperaturkorrigert til Oslo klima og normalår.



Figur 3.2 Steds- og temperaturkorrigert spesifikk forbruk for de fem utvalgte barnehagene

Barnehage 2 ble oppført i 2009 og har av den grunn ingen komplette forbruksdata før 2010. For barnehage 3 og 4 var det tilgjengelig historisk forbruk for henholdsvis fire og tre år i Entros database. Spesifikk energibruk for de 6 barnehagene ligger mellom 80 og 240 kWh/m<sup>2</sup>/år, med gjennomsnitt rundt 170 kWh/m<sup>2</sup>/år. Dette er noe lavere enn det representative forbruket på 200 kWh/m<sup>2</sup>/år, og skyldes at Barnehage 1 og 2 er bygget som passivbygg, og derfor bruker svært lite energi.

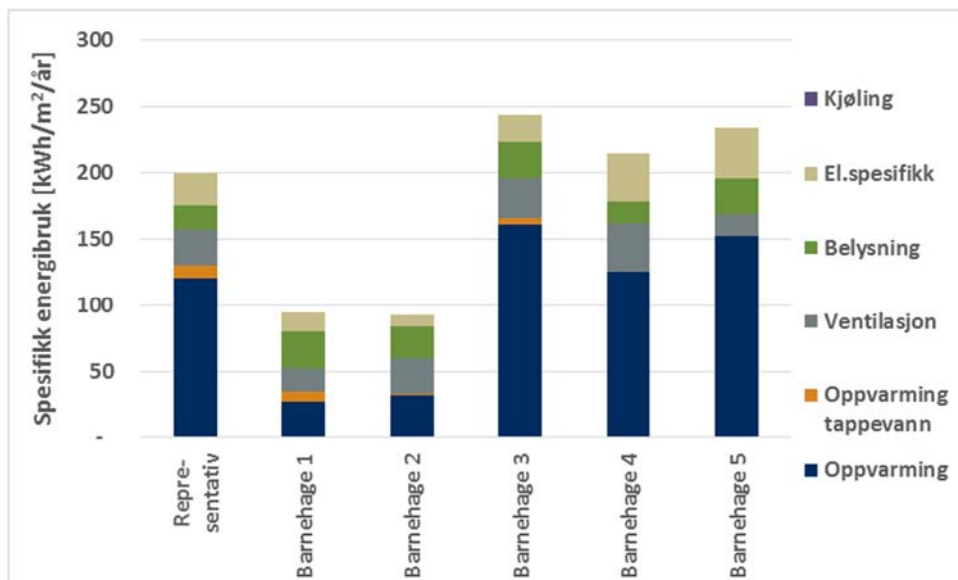
Den steds- og temperaturkorrigerede energibruken har vært ganske stabil i perioden 2009 til 2013 for samtlige barnehager. I Barnehage 2 har energibruken gått litt opp i perioden. Dette kommer trolig av at barnehagen ikke hadde full dekning med barnehagebarn de første årene etter at den åpnet. Tabell 3.1 viser viktige egenskaper ved de fem utvalgte byggene.

Tabell 3.1 Utvalgte barnehager

	Barnehage 1	Barnehage 2	Barnehage 3	Barnehage 4	Barnehage 5
Areal [m <sup>2</sup> ]	613	1051	419	363	353
Byggeår	2008	2009	1981	1985	1987
Varme-forsyning	Varmpumpe Fjernvarme	Fjernvarme Solfanger	Direkte el gulvvarme	Direkte el	Direkte el

### 3.2.3 Formålsdelt energibruk

Figur 3.3 viser formålsdelt energibruk i de fem utvalgte barnehagene, samt beregnet formålsdelt energibruk for et representativt bygg. Se kapittel 3.1.3 for en gjennomgang av hvordan representativt formålsdelt energibruk beregnes.



Figur 3.3 Formålsdelt energibruk i de fem utvalgte barnehagene

Barnehage 1 og 2 er bygget som passivbygg, og det kommer frem av figuren at energibruken til oppvarming i disse byggene er omtrent en fjerdedel av hva den er i de andre byggene.

Posten «el.spesifikk» omfatter i barnehager først og fremst energibruk til kjøleskap/kjølerom, fryser, komfyr, kaffekoker, oppvaskmaskin, tørkeskap og vaskemaskin. Forbruk i barnehagens kontordel med (pc, kopimaskin, printer, radio, telefon) inngår også i denne energiposten. Kjøleskap og fryser er kontinuerlig i bruk og utgjør mesteparten av denne posten.

Det el.spesifikke forbruket<sup>3</sup> er lavere i passivbyggene enn i de andre byggene. Dette forbruket påvirkes normalt ikke av byggets standard, men av hvor energieffektive apparater man bruker. De to passivbyggene er også de nyeste byggene, og har dermed sannsynligvis de nyeste og mest energieffektive hvitevarene. I tillegg er dette de største byggene, og det kan være stordriftsfordeler i form av at man ikke trenger flere apparater selv om arealet er større. De andre postene blir ikke nevneverdig redusert i passivbygg i forhold til i andre bygg.

Barnehage 1 og 5 bruker omtrent like mye energi til drift av ventilasjonsanleggene, til tross for den relativt store aldersforskjellen mellom de to byggene. Ventilasjonsanlegget i

<sup>3</sup> Det el.spesifikke forbruket omfatter forbruk som bare kan dekkes med elektrisitet, det vil si forbruk til belysning og apparater.

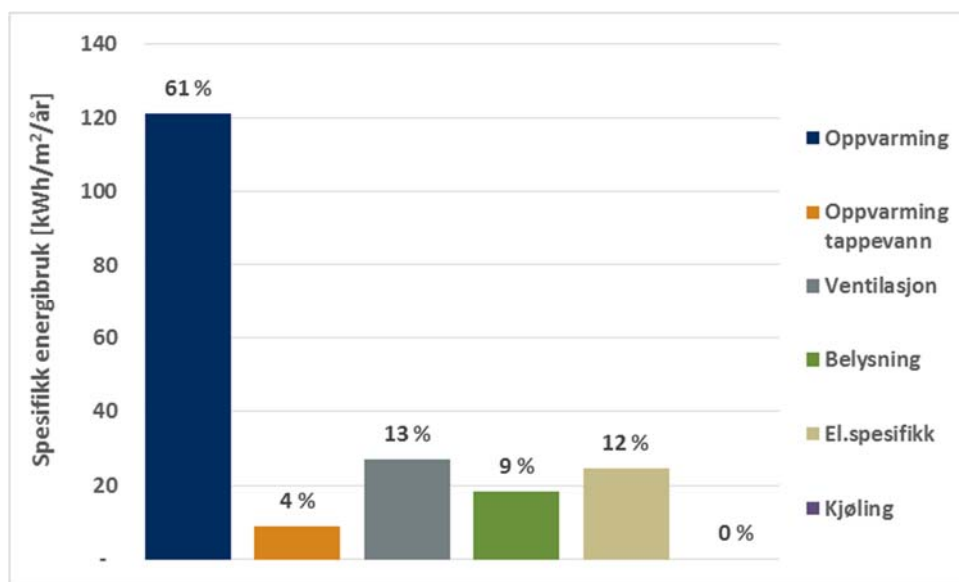


barnehage 5 ble ikke prosjektet med tanke på optimal energibruk til vifte, med lav luftfartshastighet og lite trykfall i kanalanlegget. Luftmengden i denne barnehagen ligger like under 7 m<sup>3</sup>/h/m<sup>2</sup>. Til sammenligning er luftmengden i barnehage 1 på 13 m<sup>3</sup>/h/m<sup>2</sup>. Drift av ventilasjonsanlegg i barnehage 1 er altså mer energieffektiv enn i barnehage 5, da den får tilført nesten dobbelt så stor luftmengde som barnehage 5 og bruker omtrent like mye energi.

For barnehage 4 og 5 har det ikke vært mulig å skille ut energibruk til oppvarming av varmt tappevann fra energibruk til oppvarming av bygget.

Ingen av de utvalgte barnehagene har noen form for kjøling. En gjennomgang av flere hundre barnehagebygg viser at kjøling er svært lite utbredt i barnehager.

Formålsdelt energibruk for barnehager, beregnet med utgangspunkt i de fem utvalgte byggene og antatt representativt forbruk på 200 kWh/m<sup>2</sup>/år, er vist i Figur 3.4.



Figur 3.4 Representativt formålsdelt energibruk i barnehager

Energi til oppvarming er den desidert største energiposten i barnehager og står for 61 % av den totale energibruken. I barnehager er det ofte et ønske fra brukerne at romtemperaturen skal være høy for at småbarn ikke skal fryse. Ved befaring i en barnehage i forbindelse med dette prosjektet ble det observert at panelovner var innstilt for en ønsket romtemperatur på 24 °C hvilket er høyt i forhold til andre yrkesbygg. Bruk av elektriske varmekabler kan også være en årsak til høy energibruk til romoppvarming, da disse ofte er uten sentral styring og derfor i drift året rundt. I nyere barnehager er energibruk til oppvarming lavere på grunn av bedre isolert bygningskropp.

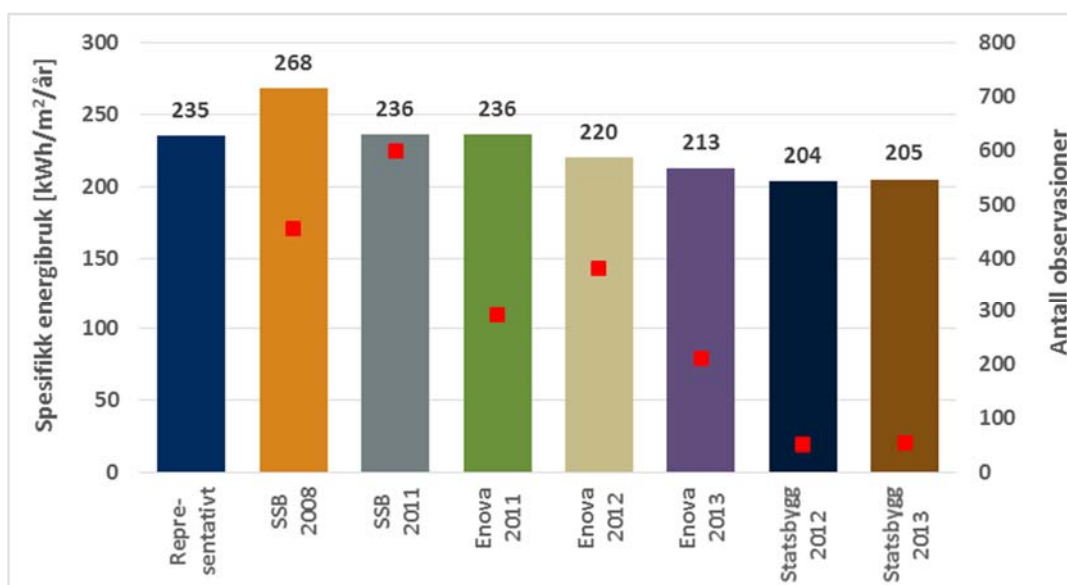
De aller fleste barnehagene (91 %) bruker elektriske panelovner og varmekabler til oppvarming. Disse barnehagene bruker ikke energi til drift av pumper siden de ikke har vannbårent oppvarmingssystem.

Flertallet av barnehager har balansert ventilasjon. Ventilasjonsaggregatene styres etter brukstiden, og brukes i snitt mellom 50 og 60 timer i uken (mellom 10 og 12 timer hver ukedag).

### 3.3 Kontorbygg

#### 3.3.1 Spesifikk energibruk

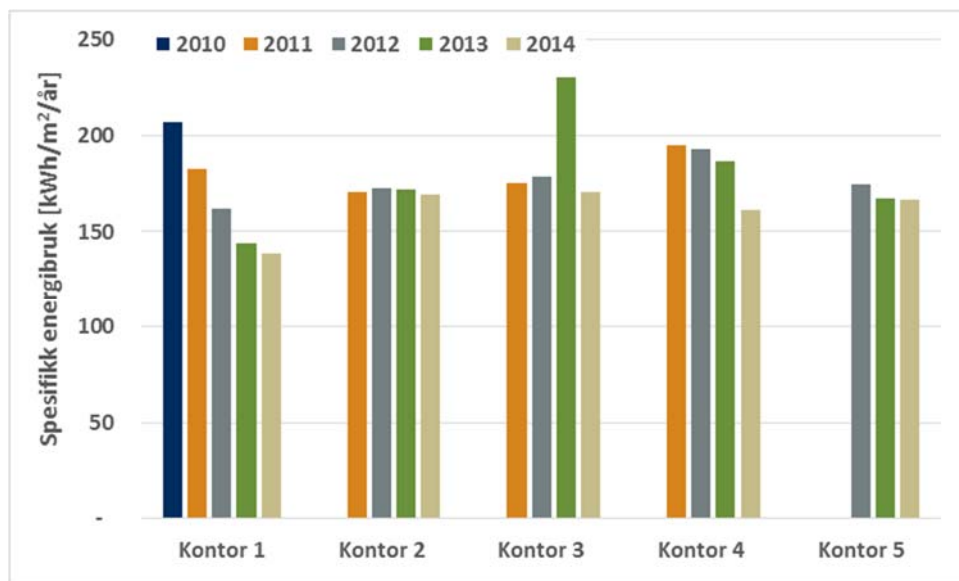
Representativ energibruk i kontorbygning er 235 kWh/m<sup>2</sup>/år. Dette ble valgt med bakgrunn i statistikken fra SSB 2011 som har klart høyest antall observasjoner, se Figur 3.5.



Figur 3.5 Gjennomsnittlig målt spesifikk energibruk i kontorbygg i forskjellige statistikker, de røde prikkene viser antall observasjoner

#### 3.3.2 Utvalgte bygg

Fem kontorbygg er valgt ut for nærmere analyse. Dette er bygg som har gode måledata. Figur 3.6 viser spesifikk energibruk i de fem utvalgte kontorbyggene. Energibruken er steds- og temperaturkorrigert til Oslo klima og normalår.



**Figur 3.6 Steds- og temperaturkorrigert spesifikk energibruk for de fem utvalgte kontorbyggene**

Alle de utvalgte byggene har brukt mindre energi i alle årene enn den representative energibruken på 235 kWh/m²/år. Det skyldes at kontorene ble valgt ut fra eksisterende målerstruktur og tilgang på historiske måledata, og de byggene som er best instrumentert og som har hatt en detaljert målerstruktur over tid tilhører byggeiere med mest fokus på energibruk og energieffektivisering. Spesifikk energi i disse byggene ligger derfor nærmere Enovas gjennomsnittlige energibruk enn SSBs.

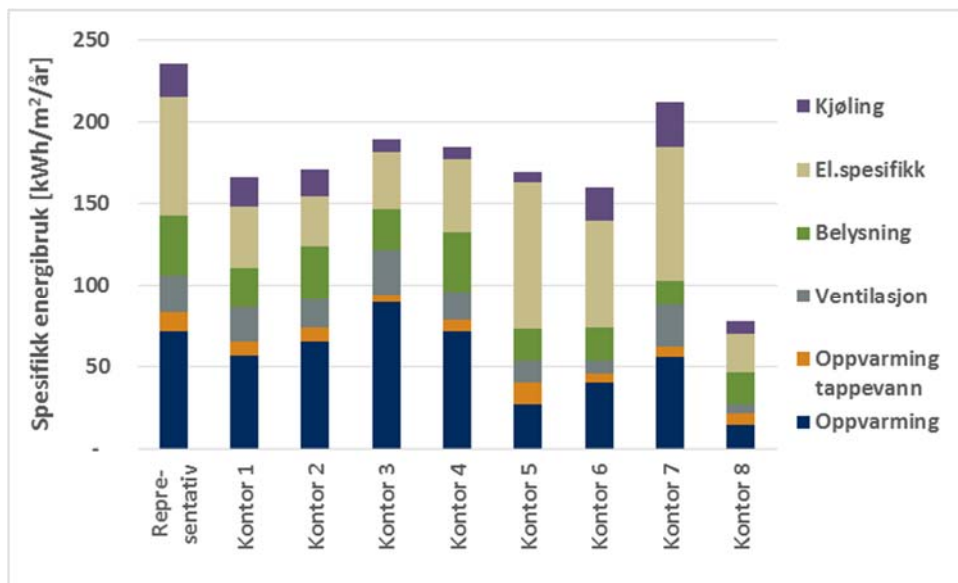
Tabell 3.2 på neste side viser viktige egenskaper ved de fem utvalgte kontorbyggene. Ingen eldre kontorbygg hadde gode nok måledata til å kunne innlemmes i utvalget.

**Tabell 3.2 Utvalgte kontorbygg**

	Kontorbygg 1	Kontorbygg 2	Kontorbygg 3	Kontorbygg 4	Kontorbygg 5
<b>Areal [m²]</b>	13 359	13 700	6 916	23 050	17 882
<b>Bygd / Rehabiliter</b>	1966 / 2006	2010	1991	2000	1964 / 2011
<b>Varmeforsyning</b>	Fjernvarme	Fjernvarme	Fjernvarme	Fjernvarme	Fjernvarme
<b>Kjøling</b>	Kjølemaskin	Kjølemaskin	Kjølemaskin	Kjølemaskin	Kjølemaskin
<b>Energimerke</b>	D	C	D	B	B
<b>Kantine</b>	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
<b>Møtesenter</b>	Ja	Ja	Nei	Ja	Ja
<b>Resepsjon</b>	Ja	Nei	Ja	Ja	Ja
<b>Trimrom</b>	Ja	Nei	Nei	Nei	Ja
<b>Ladestasjon elbil</b>	Ja	Nei	Nei	Nei	Ja

### 3.3.3 Formålsdelt energibruk

Formålsdelt energibruk i kontorbygg er beregnet ut fra tilgjengelig måledata, og det er ikke gjennomført befaringsdata i disse byggene. Dette gjør det vanskelig å forklare forskjellene i energibruk, og av den grunn har man valgt å inkludere tre ekstra bygg med god målerstruktur fra Entros database. Formålsdelt energibruk for et representativt norsk kontorbygg er basert på alle åtte byggene. Se kapittel 3.1.3 for en gjennomgang av hvordan representativt formålsdelt energibruk beregnes.



Figur 3.7 Formålsdelt energibruk i de utvalgte kontorbyggene

I kontorbygg omfatter posten «el.spesifikk» forbruk av elektrisitet til drift av blant annet kontorutstyr som PC og skriver, tekjokken, serverrom, heis, pumper, kantine, ladestasjoner til elbil.

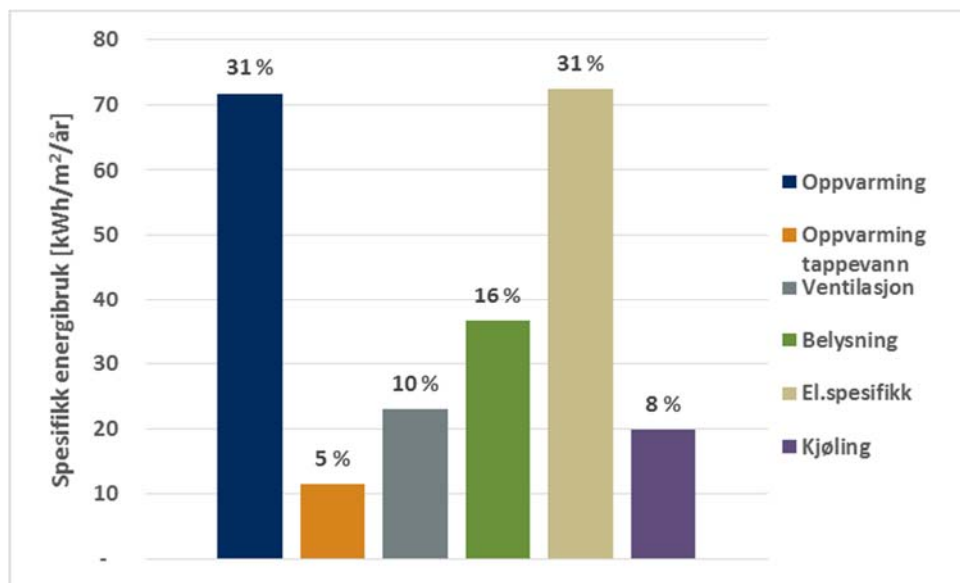
Kontor 3 har størst energibruk til oppvarming i utvalget. Dette er også det eldste bygget dersom man tar hensyn til rehabilitering av kontor 1 og 5. I tillegg er dette bygget minst og har derfor mest ytterflate pr oppvarmet areal, noe som gjør at man trenger mer energi for å holde en gitt innetemperatur.

I kontor 4 er det en varmesentral som forsyner nabobygget med fjernvarme. Man begynte å måle varmeleveransen til nabobygget i 2011, og dette er årsaken til at data for 2010 ikke er presentert for kontor 4.

Kontor 5 har lavest energibruk til oppvarming i utvalget men også størst energibruk til posten «el.spesifikk». Det er nærliggende å tro at varmebidrag fra elektrisk utstyr er så høy at det kompenserer for en stor del av varmebehovet.

Kontor 6 er fra 2009, kontor 7 er fra 2003, mens kontor 8 er fra 2013 og har energimerke A.

Formålsdelt energibruk for kontorbygg, beregnet med utgangspunkt i de åtte utvalgte byggene og antatt representativt forbruk på 235 kWh/m<sup>2</sup>/år, er vist i Figur 3.8.

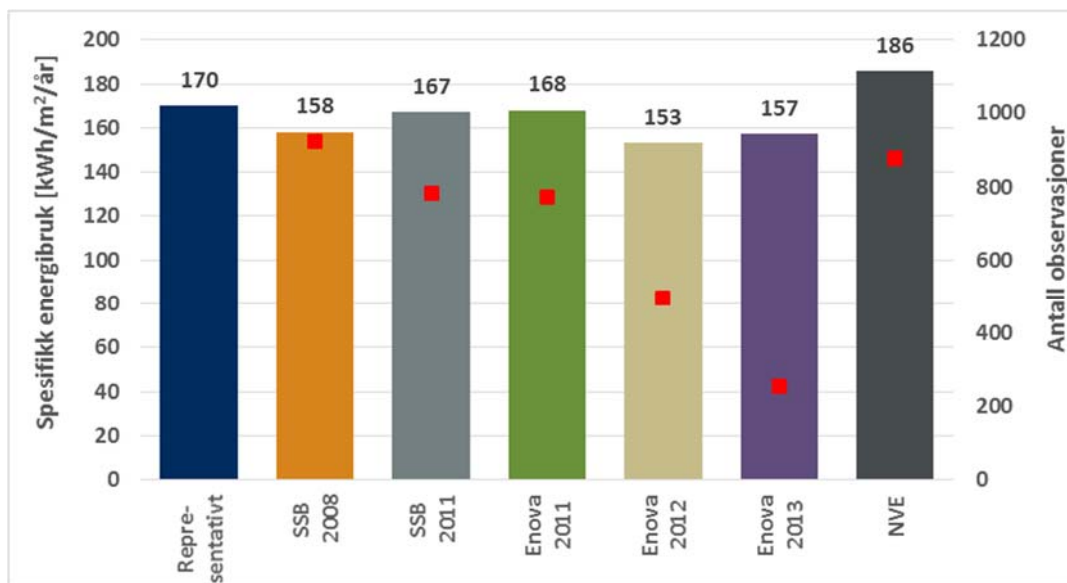


Figur 3.8 Representativt formålsdelt energibruk i kontorbygg

## 3.4 Skole

### 3.4.1 Spesifikk energibruk

For skoler er representativ spesifikk energibruk satt til 170 kWh/m<sup>2</sup>/år. Dette er valgt basert på tall innhentet fra flere statistikker, se Figur 3.9.



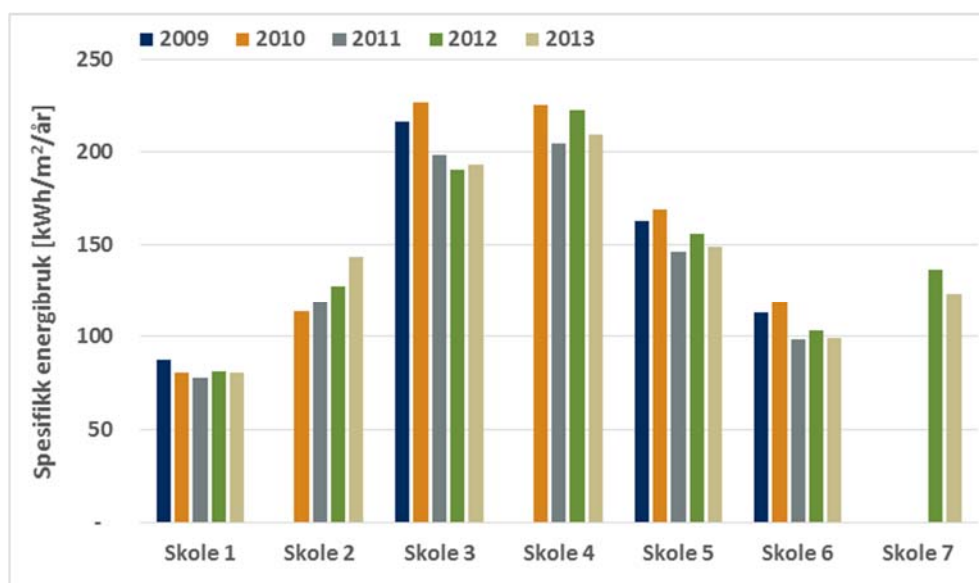
Figur 3.9 Gjennomsnittlig målt spesifikk energibruk i skolebygg i forskjellige statistikker, de røde prikkene viser antall observasjoner

Gjennomsnittlig målt spesifikt forbruk fra NVE er høyest. I forbindelse med energimerking er det vanlig å foreta en kontrollberegning av oppvarmet bruksareal. Det oppdages ofte avvik mellom denne arealberegningen og tidligere arealinformasjon, og arealet fra energimerkingen er nesten alltid mindre enn tidligere beregnet areal. Det er grunn til å tro at kvalitetssikring av arealberegningen i forbindelse med energimerkingen fører til at NVEs tall er basert på mindre bruksarealer enn de andre statistikkene. Mindre arealer gir større spesifikk energibruk og forklarer hvorfor NVEs tall ligger høyere enn tallene fra SSB og Enova.

NVEs statistikk er basert på rapportert energibruk ved 876 skolebygninger, hvorav 31 bygg er registrert som skoler med svømmeanlegg, 146 bygg er registrert som skoler med idrettshall og de resterende 699 bygg er registrert i kategori undervisningslokaler. Utvalget er så stor at selv om skoler med svømmeanlegg og skoler med idrettshall trekkes ut av utvalget, blir gjennomsnittlig spesifikt forbruk nesten uforandret på 185 kWh/m²/år. Skolebygg med svømmehall og med idrettshall har et gjennomsnitt spesifikt forbruk lik hhv. 216 og 184 kWh/m²/år. Vi ser at det er svært liten forskjell på spesifikk energibruk i skoler med og uten idrettshall.

### 3.4.2 Utvalgte bygg

Sju skolebygg er valgt ut for nærmere analyse. Dette er bygg som har gode måledata. Figur 3.10 viser spesifikk energibruk i de fem utvalgte byggene. Energibruken er steds- og temperaturkorrigert til Oslo klima og normalår.



Figur 3.10 Steds- og temperaturkorrigert spesifikk forbruk for de sju utvalgte skolebyggene

Skole 2 er fra 2009, og har derfor bare måledata fra og med 2010. Skole 4 ble konvertert fra oljekjel til fjernvarme i 2008/2009, og mangler derfor energimålinger fra 2009. Skole 7 er fra 2010 og har bare komplette målinger fra 2012 og 2013.

Vi ser at spesifikk energibruk varierer kraftig mellom de sju skolene. Skole 1 er bygget som et lavenergibygget, og har klart lavest energibruk. Skole 6 har varmepumpe, som også gir lavere energibruk.

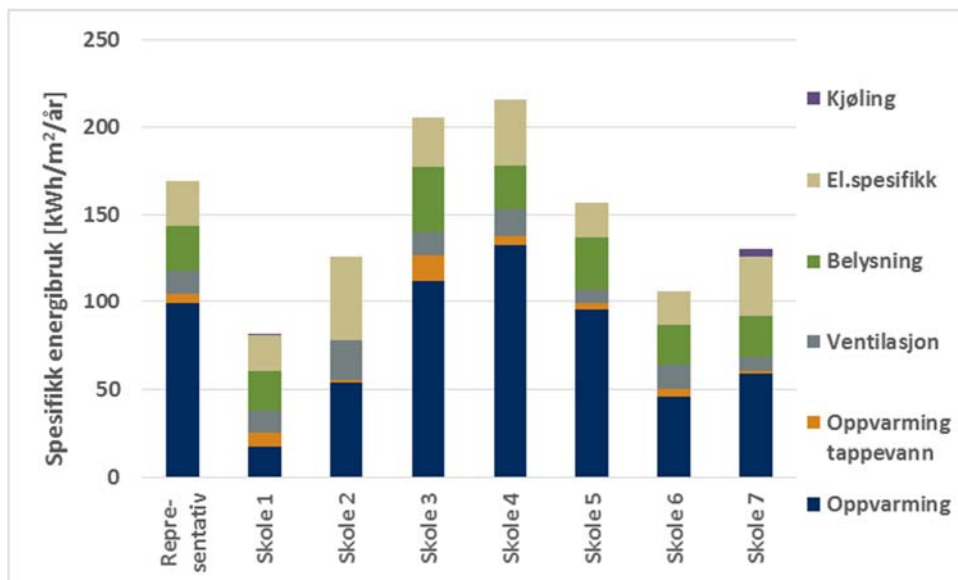
Gjennomsnittlig energibruk for de sju skolene er lavere enn valgt representativt energibruk på 170 kWh/m²/år. Det lave snittet skyldes at tre av skolene i utvalget er relativt nye, og en skole har varmepumpe. Det er få skolebygg som har omfattende målerinstallasjoner, og de sju byggene som er brukt her er valgt ut med bakgrunn i antall målere som er installert i bygget og hvordan målerstrukturen er satt opp i forhold til formålsdelingen. Tabell 3.3 viser viktige egenskaper ved de fem utvalgte byggene.

Tabell 3.3 Utvalgte skolebygg

	Skole 1	Skole 2	Skole 3	Skole 4	Skole 5	Skole 6	Skole 7
<b>Areal [m²]</b>	5 484	9 856	3 371	3 900	9 681	4 067	8 182
<b>Byggeår</b>	2009	2009	1964 1972 1993	1875	1923 1956 1961 1996 2001	2007	2010
<b>Varme-forsyning</b>	VP Fjernvarme	Fjernvarme Solfanger	El.kjel Oljekjel	Fjernvarme	El.kjel Oljekjel	VP El.kjel Oljekjel	Fjernvarme

### 3.4.3 Formålsdelt energibruk

Figur 3.11 viser formålsdelt energibruk i de sju utvalgte skolebyggene, samt beregnet formålsdelt energibruk for et representativt bygg. Se kapittel 3.1.3 for en gjennomgang av hvordan representativt formålsdelt energibruk beregnes.



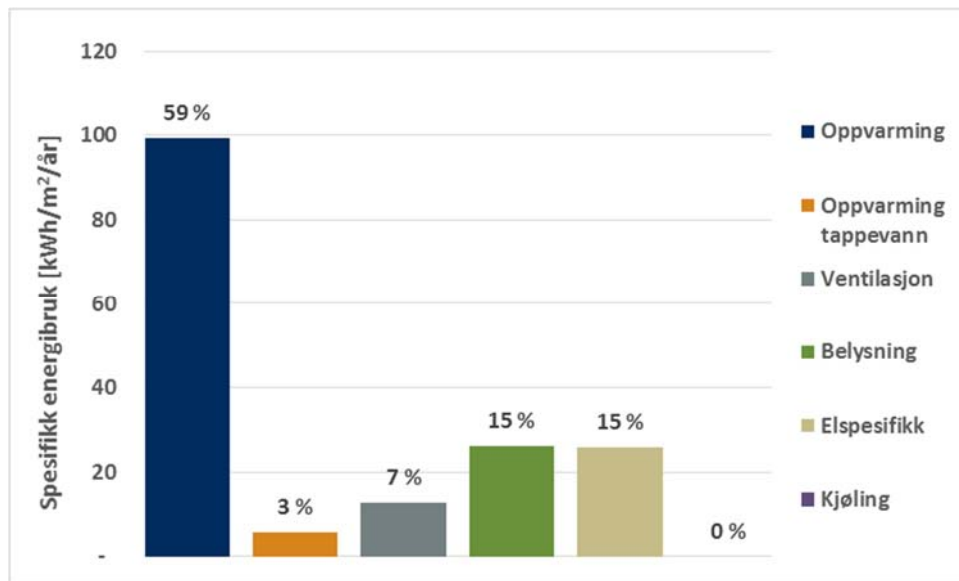
Figur 3.11 Formålsdelt energibruk i de sju utvalgte skolebyggene

For skole 2 var det ikke mulig å skille ut belysning fra el.spesifikk energibruk. Romkjøling benyttes ikke i disse skolebyggene. Noen kommunale skolebygg har varmpumpe og bruker denne også til kjøling av ventilasjonsluften om sommeren. I SSBs statistikk bruker 6 % av skolebyggene energi til kjøling. SSBs utvalg inkluderer videregående skoler som kan ha mer behov for kjøling enn andre skolebygg.

I de syv skolebyggene som er med i utvalget følger driften av ventilasjonsanleggene godt med bruken av bygget. Som regel er anleggene i drift i 10 timer om dagen i 5 ukedager i 40 uker i året. I helgene, fridager og ved skoleferier stoppes ventilasjonsanleggene.

Formålsdelt energibruk for barnehager, beregnet med utgangspunkt i de fem utvalgte byggene og antatt representativt forbruk på 170 kWh/m²/år, er vist i Figur 3.12.



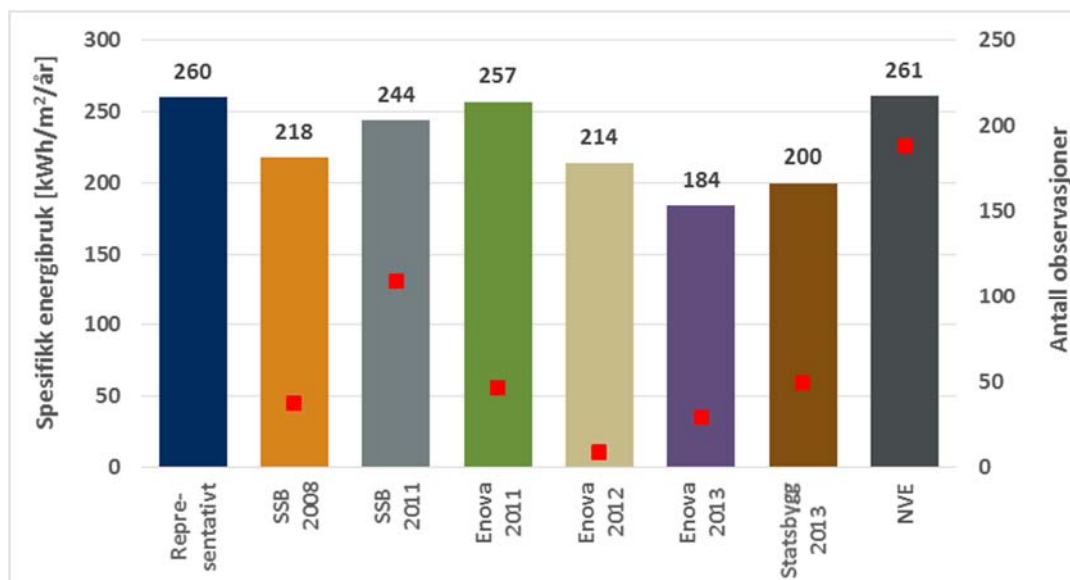


Figur 3.12 Representativt formålsdelt energibruk i skolebygg

## 3.5 Universitet/høgskole

### 3.5.1 Spesifikk energibruk

For universitet/høgskole er representativt energiforbruk 260 kWh/m²/år. Dette er basert på tall innhentet fra flere statistikker vist i Figur 3.13.

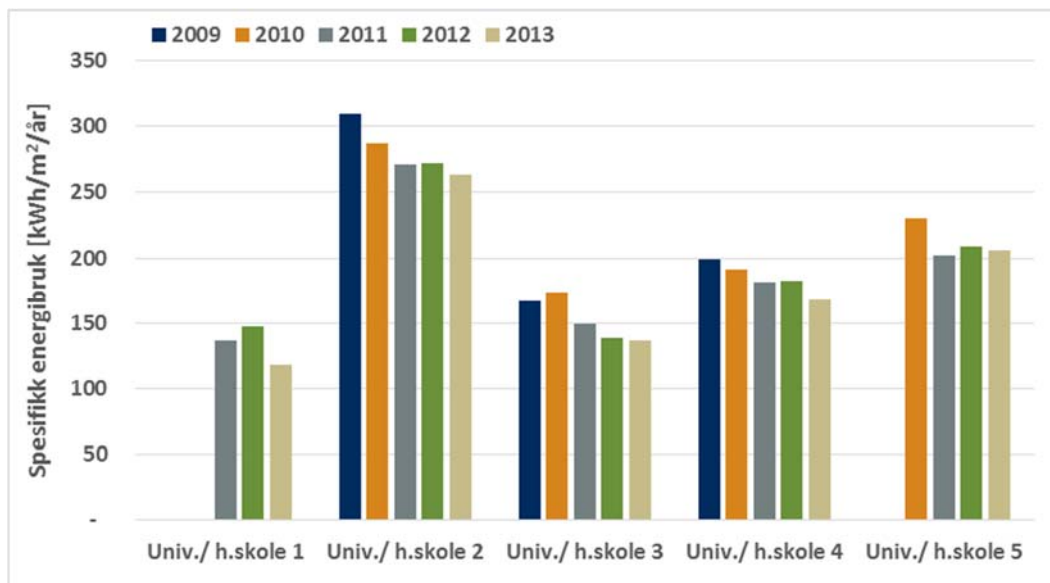


Figur 3.13 Gjennomsnittlig målt spesifikk energibruk i universitet- og høgskolebygg i forskjellige statistikker, de røde prikkene viser antall observasjoner

NVEs statistikk inneholder langt flere bygg enn de andre statistikkene. Dette kan skyldes at man energimerker hvert bygg, mens de andre statistikkene opererer med statistikk for hele bygningsmassen for et universitetet eller høghskolen. NVEs statistikk inneholder også langt mer areal enn de andre statistikkene.

### 3.5.2 Utvalgte bygg

Fem universitets- og høghskolebygg er valgt ut for nærmere analyse. Dette er bygg som har gode måledata. Figur 3.14 viser spesifikk energibruk i de fem utvalgte byggene. Energibruken er steds- og temperaturkorrigert til Osloklima og normalår.



Figur 3.14 Steds- og temperaturkorrigert spesifikk forbruk for de fem utvalgte universitets- og høghskolebyggene

Universitet/høghskole 1 ble ferdigstilt i 2010 og har derfor bare målinger fra og med 2011. For universitet/høghskole 5 var det ikke tilgjengelige data fra 2009.

Gjennomsnittlig spesifikk energibruk for de fem byggene er 193 kWh/m<sup>2</sup>/år, noe som er lagt under representativt forbruk på 260 kWh/m<sup>2</sup>/år. Dette skyldes at det er svært få bygg i denne kategorien som hadde tilfredsstillende målinger av energibruk.

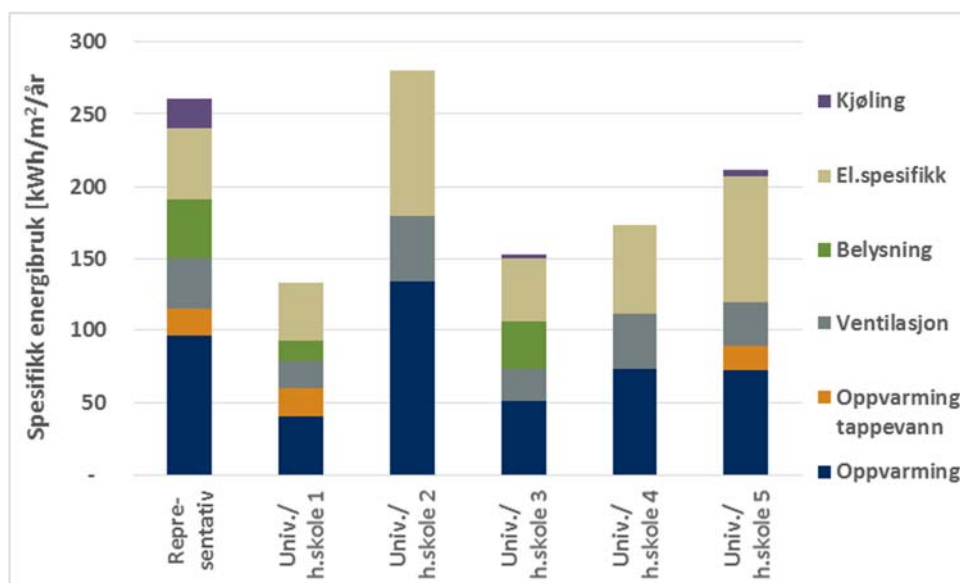
Tabell 3.4 viser viktige egenskaper ved de fem universitets- og høghskolebyggene.

Tabell 3.4 Utvalgte universitets- og høyskolebygg

	Univ./h.skole 1	Univ./h.skole 2	Univ./h.skole 3	Univ./h.skole 4	Univ./h.skole 5
<b>Areal [m<sup>2</sup>]</b>	6 713	5 537	22 700	20 044	15 309
<b>Byggeår</b>	2010	1911	1972	2006	1994
<b>Varme- forsyning</b>	Fjernvarme	Fjernvarme	Fjernvarme Varmepumpe	Fjernvarme	Fjernvarme

### 3.5.3 Formålsdelt energibruk

Figur 3.15 viser formålsdelt energibruk i de fem universitets- og høyskolebyggene, samt beregnet formålsdelt energibruk for et representativt bygg. Se kapittel 3.1.3 for en gjennomgang av hvordan representativt formålsdelt energibruk beregnes.



Figur 3.15 Formålsdelt energibruk i de fem universitets- og høyskolebyggene

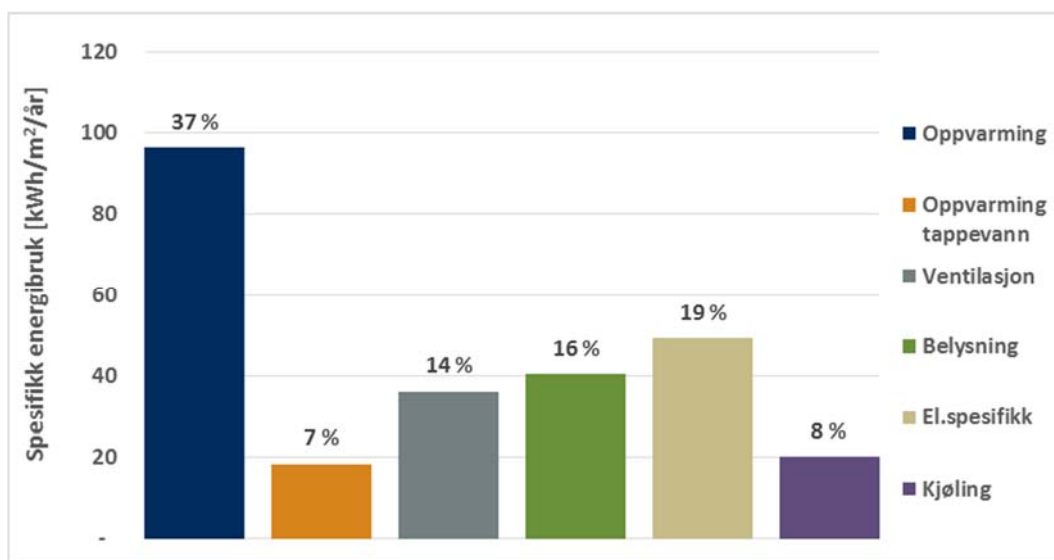
For universitet/høyskole 2, 4 og 5 var det ikke mulig å skille ut belysning fra annen el.spesifikk bruk.

Universitet/høyskole 2 bruker omtrent dobbelt så mye energi som universitet/høyskole 1. Dette kan skyldes at universitet/høyskole 1 er fra 2010, mens universitet/høyskole 2 er fra 1911.

Bare to av de fem byggene i utvalget bruker energi til kjøling. Ifølge SSB ble det i 2011 brukt energi til kjøling av oppholdsrom i 56 % av universitets- og høyskolebygg. Energibruk til kjøling for et representativt bygg ble fastsatt utfra SSBs statistikk.

Universitets- og høyskolebygg bygg med kjøling brukte 237 kWh/m<sup>2</sup>/år mens bygg uten kjøling brukte 199 kWh/m<sup>2</sup>/år. Energibruken er altså 19 % høyere i bygg med kjøling. Det er her antatt at halvparten av merforbruket i bygg med kjøling skyldes selve kjølingen mens den andre halvparten skyldes mer energibruk til utstyr som forårsaker kjølebehovet.

Formålsdelt energibruk for universitets- og høyskolebygg, beregnet med utgangspunkt i de fem utvalgte byggene og antatt representativt forbruk på 260 kWh/m<sup>2</sup>/år, er vist i Figur 3.16.



Figur 3.16 Representativt formålsdelt energibruk i universitets- og høyskolebygg

Den nest største energiposten er utstyr, dvs. elektrisk forbruk som verken skyldes belysning eller drift av ventilasjonsanlegg. I denne posten inngår blant annet energibruk til serverparker/datahall og all forbruk knyttet til datamaskiner. En fellesnevner for alle universitets- og høyskolebygg er et forholdsvis høyt energiforbruk om natten, noe som kommer av IT-driften.

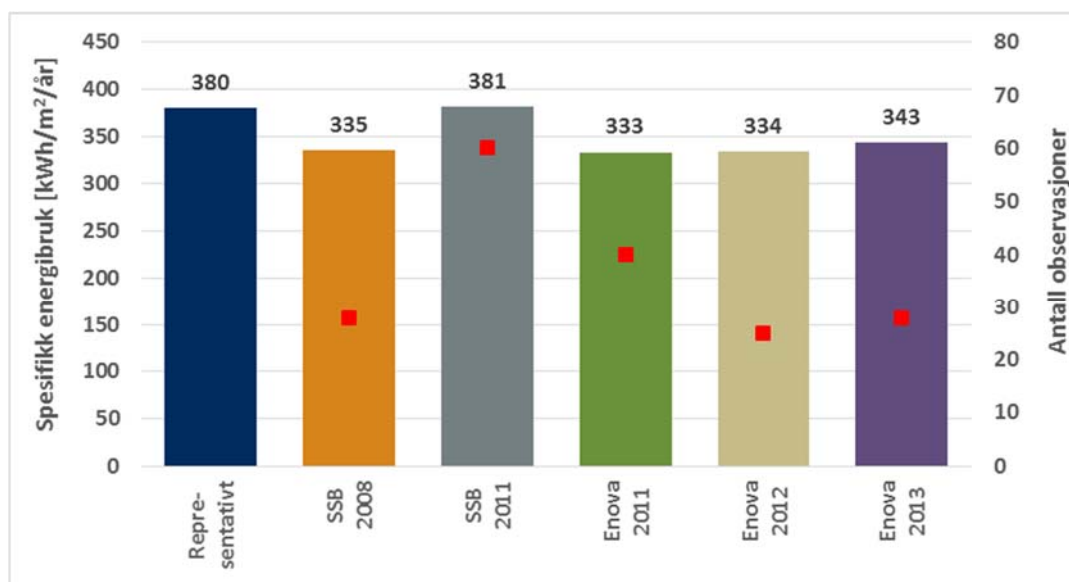
Energibruk til oppvarming av varmt tappevann er relativt høy i universitets- og høyskolebygg. Dette har trolig en sammenheng med at disse byggene har mange brukere og lange åpningstider. Dessuten har universitets- og høyskolebygg som regel flere serveringssteder, både i form av kantine og kafeer.

## 3.6 Sykehus

### 3.6.1 Spesifikk energibruk

Statistikken fra SSB 2011 og er valgt som representativ forbruk for sykehus, med spesifikt forbruk på 380 kWh/m<sup>2</sup>/år. Se Figur 3.17. Dette er nesten 50 kWh/m<sup>2</sup>/år høyere enn de øvrige statistikkene, men anses likevel for å være representativ fordi denne

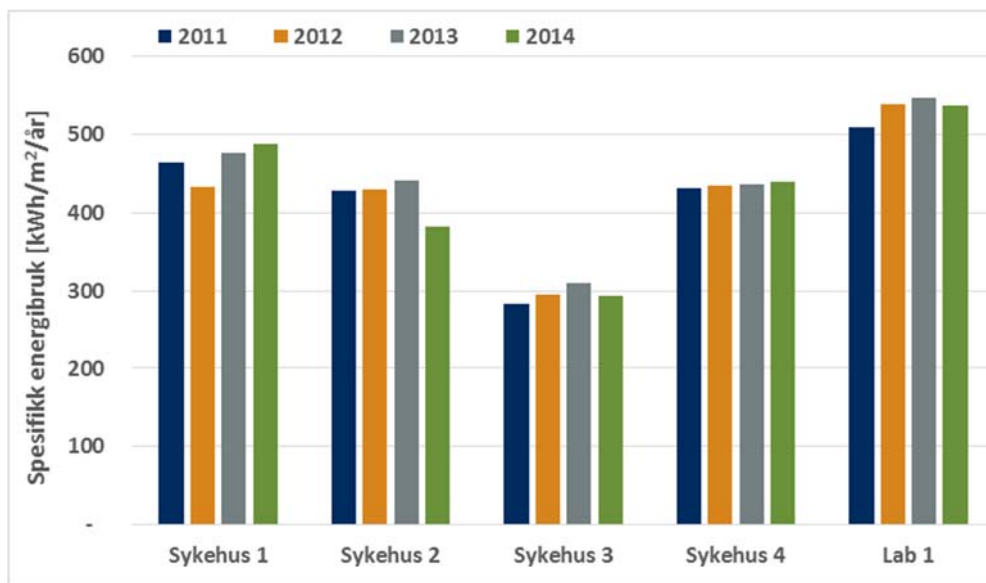
statistikken inneholder flest observasjoner og fordi andre nyere studier viser enda høyere spesifikk forbruk i sykehus. I forbindelse med forskningsprosjektet «Halvert energiforbruk i fremtidens sykehus» som fant sted i perioden 2010-2014 nevnes 400 til 500 kWh/m<sup>2</sup>/år som vanlig spesifikk forbruk i sykehusbygg (Norges forskningsråd, 2012).



Figur 3.17 Gjennomsnittlig målt spesifikk energibruk i sykehus i forskjellige statistikker, de røde prikkene viser antall observasjoner

### 3.6.2 Utvalgte bygg

Fem sykehusbygg er valgt ut for nærmere analyse. Dette er bygg som har gode måledata. Figur 3.18 viser spesifikk energibruk i de fem utvalgte sykehusbyggene. Energibruken er steds- og temperaturkorrigert til Oslo klima og normalår. Fire av de fem utvalgte byggene bruker mer energi enn det som er valgt som representativt forbruk.



Figur 3.18 Steds- og temperaturkorrigert spesifikk energibruk for de fem utvalgte sykehusbygg

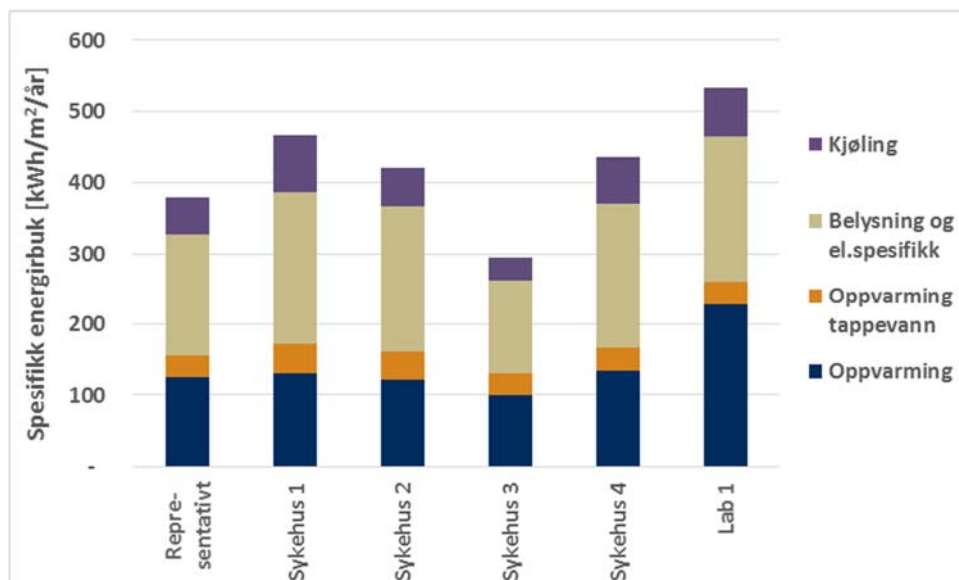
Tabell 3.5 viser viktige egenskaper ved de fem utvalgte sykehusbyggene. Ingen eldre sykehusbygg er inkludert i utvalget.

Tabell 3.5 Utvalgte sykehusbygg

	Sykehus 1	Sykehus 2	Sykehus 3	Sykehus 4	Lab 1
<b>Areal [m²]</b>	34 943	31 233	19 304	40 093	25 556
<b>Byggeperiode</b>	2003-2006	2008	2008	2009	2002-2005
<b>Varmeforsyning</b>	Fjernvarme	Fjernvarme	Fjernvarme	Fjernvarme	Fjernvarme
<b>Kjøling</b>	Fjernkjøling	Fjernkjøling	Fjernkjøling	Fjernkjøling	Fjernkjøling
<b>Antall etasjer</b>	6	6	6	6	5
<b>Etg under bakken</b>	2	2	1	2	1
<b>Kantine</b>	man.-fre. 09.00-14.00	man.-fre. 08.00-14.00	man.-fre. 08.00-14.00	Alle ukedager i snitt 10 timer	man.-fre. 08.00-14.00
<b>Kiosk</b>	Ja	Nei	Nei	Ja	Nei
<b>Heiser</b>	3 stk.	6 stk.	5 stk.	8 stk.	3 stk.
<b>Annet</b>	Serverrom	Frisør	Noe dagkirurgi	Minibank	-
<b>Pasientplasser</b>	140	282	118	250	-
<b>Senger</b>	116	199	92	133	-
<b>Operasjonsstuer</b>	13	7	8	8	-

### 3.6.3 Formålsdelt energibruk

Figur 3.19 viser formålsdelt energibruk for de fem utvalgte sykehusbyggene. Posten «el.spesifikk» inneholder for sykehus all elektrisitetsforbruk registrert ved hovedstrømmåler, inkludert elektrisitet til belysning, ventilasjonsanlegg og eventuelt til kjølemaskiner utover fjernkjøling. Posten «kjøling» gjenspeiler kun fjernkjøling registrert gjennom måleren til fjernkjølingsleverandøren.



Figur 3.19 Formålsdelt energibruk i de fem utvalgte sykehusbyggene

I tillegg er energibruk pr pasientplass beregnet, som vist i Tabell 3.6.

Tabell 3.6 Beregnet energibruk pr pasientplass i de fire sykehusbyggene

	Sykehus 1	Sykehus 2	Sykehus 3	Sykehus 4
<b>Areal [m²]</b>	34 943	31 233	19 304	40 093
<b>Energibruk [kWh/m²/år]</b>	466	421	296	436
<b>Pasientplasser</b>	140	282	118	250
<b>Energibruk [kWh/pasientplass/år]</b>	116 265	46 622	48 390	69 960

Sykehus 1 skiller seg fra de andre byggene med svært høyt energibruk per pasientplass. Eiendomsseksjon ved sykehuset bestilte i 2013 en enøk-analyse for å få kartlagt sparepotensialet i dette bygget. Analysen avdekket stor energibruk til ventilasjonsdrift, med tilhørende varme- og kjølebehov. På grunn av smittefaren benyttes ikke roterende varmegjenvinnere i sykehus og graden av varmegjenvinning beskrives som lav. Bygget har 30 ventilasjonsanlegg, men kun ett anlegg hadde fungerende VAV-funksjon. Ved befaring i forbindelse med enøk-analysen var alle aggregatene i drift på kveldstid etter

programmert stopptid, noe som kan tyde på at de ikke er styrt av SD-anlegget og trolig er i døgnekstetuerlig drift. Til tross for sonedeling av ventilasjonsanleggene, noe som kunne ha gitt rom for i perioder å slå av aggregatene som forsyner arealer som bare brukes på dagtid, var gjennomsnittlig luftmengde nesten lik døgnet rundt ( $7,3 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2$  om dagen kontra  $7,2 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2$  om natten). Det ble dessuten observert mange komponenter uten isolasjon i fyrrommet. Bygget har en relativt stor kjøleinstallasjon knyttet til prosess/IT, som nok bidrar til at dette bygget har høyere energibruk enn de andre.

Sykehus 3 har lavest energibruk av de fire sykehusbyggene. Bygget er prisbelønnet for gode bygningsmessige og tekniske løsninger, etter at blant annet eierens krav til effektivitet, miljø og økonomi ble vurdert. Sykehus 3 har dessuten arealer med kirurgi og konsultasjoner som bare brukes på dagtid.

Sykehus 4 har nesten like høy spesifikk energibruk som sykehus 1, og har høyere energibruk per pasientplass enn sykehus 2 og 3. Dette skyldes svært intensiv drift ved sykehus 4, noe som blant annet gjenspeiles i kantineens lange åpningstider.

Lab 1 har høyest forbruk av alle sykehusbyggene, noe som er vanlig for laboratoriebygg (Aasen, 2013).

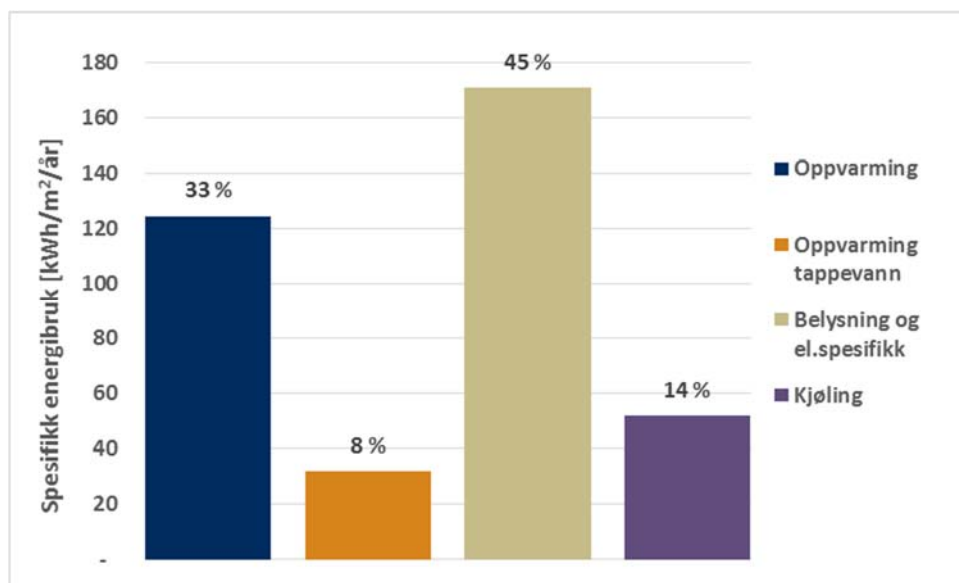
En kartlegging fra et sykehus i forskningsprosjektet «Halvert energiforbruk fra fremtidens sykehus» er gjengitt i Tabell 3.7 (Martinez, et al., 2011). Den viser stor forskjell i spesifikk energibruk i forskjellige arealer i et samme sykehusbygg. Funksjonene som arealet oppfyller, og brukstid, har stor betydning for energibruken.



**Tabell 3.7 Energiintensiteter fra et referansesykehus (Martinez, et al., 2011)**

Hovedfunksjon	Delfunksjon	Plassering	Areal [m <sup>2</sup> ]	Bruktid [timer/døgn]	Energi [kWh/m <sup>2</sup> ]
Undersøkelse og behandling, somatikk	Operasjon	Operasjon, MS området	922	7 t man-fre + beredskap	484
Opphold, somatikk	Intensiv	Intensiv	402	24t/7d	480
Ikke-medisinsk service	Sterilsentral	Sterilsentralen	228	24t/7d	476
Opphold, somatikk	Dagområde m/poliklinikk	Kirurgisk poliklinikk	895	14t/man; 13t/dag; 9t/lør-søn	310
Opphold, somatikk	Pasienthotell	5. etasje i høyblokka	1470	24t/7d	261
Opphold, somatikk	Normalsenge-område	4. etasje i høyblokka	1472	24t/7d	260
Undersøkelse og behandling, somatikk	Radiologi	Radiologisk omr. uten MR	1420	24t/7d	213
Administrasjon	Kontorområde	GS i 2. etasje på vestsida	177	8t/5d	162
Medisinsk service	Medisinsk mikrobiologi	Medisinsk biokjemi	620	24t/7d	

Formålsdelt energibruk for sykehus, beregnet med utgangspunkt i de fem utvalgte byggene og antatt representativt forbruk på 380 kWh/m<sup>2</sup>/år, er vist i Figur 3.20.



**Figur 3.20 Representativt formålsdelt energibruk i sykehusbygg**

I rapporten fra forskningsprosjektet «Halvert energiforbruk fra fremtidens sykehus» estimeres en fordeling av elektrisitetsbruken i et referansesykehus på formål som gjengitt i Tabell 3.8.

Tabell 3.8 El.spesifikk bruk i referansesykehus fordelt på formål (Martinez, et al., 2011)

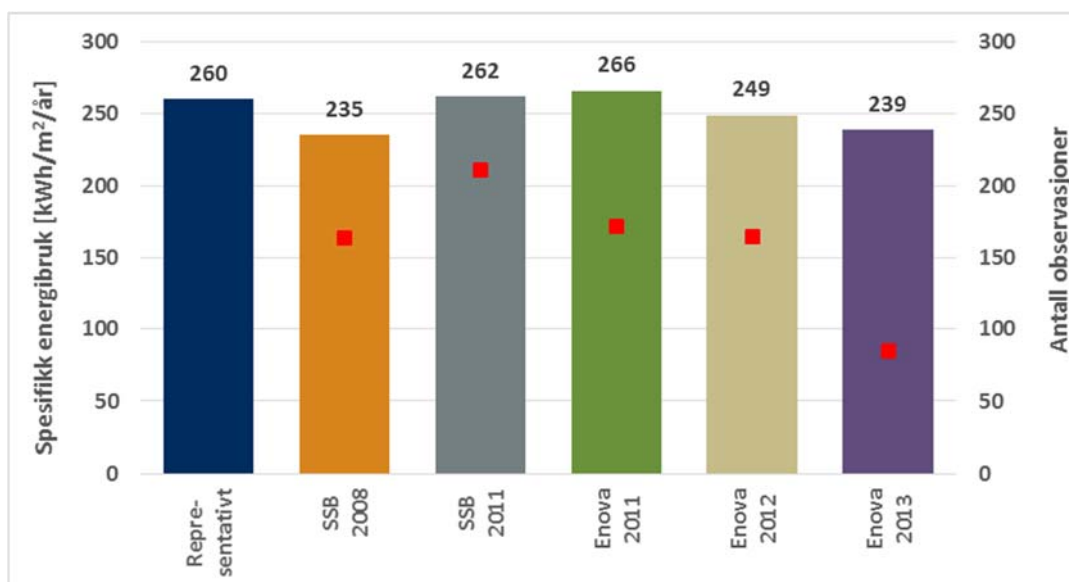
	El.bruk [kWh/m <sup>2</sup> /år]	Andel av total el.spesifikk bruk
Belysning	53	35 %
Vifter og pumper	30	20 %
Sykehusspesifikt utstyr	68	45 %
Total el.spesifikk bruk	150	100 %

Da denne formålsdelingen er estimert for et anonymisert sykehus som man ikke vet om er inkludert i utvalget her, velger vi her å beholde «elspesifikk» som en samlepost i formålsdelingen.

## 3.7 Sykehjem

### 3.7.1 Spesifikk energibruk

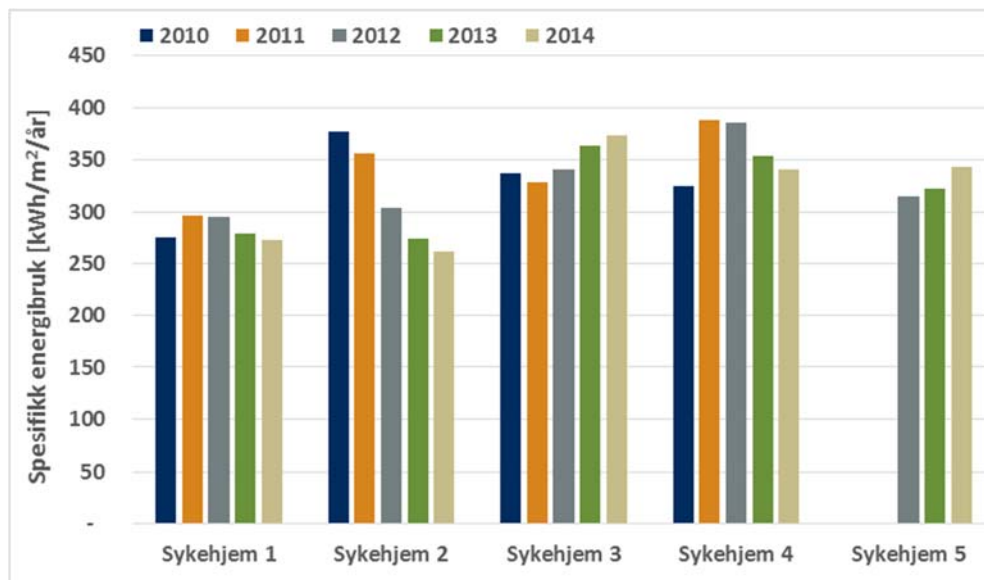
For sykehjem er representativt energiforbruk 260 kWh/m<sup>2</sup>/år. Dette er basert på statistikken fra SSB 2011, som er den statistikken som inneholder flest observasjoner.



Figur 3.21 Gjennomsnittlig målt spesifikk energibruk i sykehjem i forskjellige statistikker, de røde prikkene viser antall observasjoner

### 3.7.2 Utvalgte bygg

Fem sykehjem er valgt ut for nærmere analyse. Dette er bygg som har gode måledata. Figur 3.22 viser spesifikk energibruk i de fem utvalgte sykehjemmene. Energibruken er steds- og temperaturkorrigert til Oslo klima og normalår.



Figur 3.22 Steds- og temperaturkorrigert spesifikk energibruk for de fem utvalgte sykehjemmene

Sykehjem 2 fikk installert en varmepumpe i 2011, noe som er årsaken til den kraftig reduksjon i energibruk de siste årene.

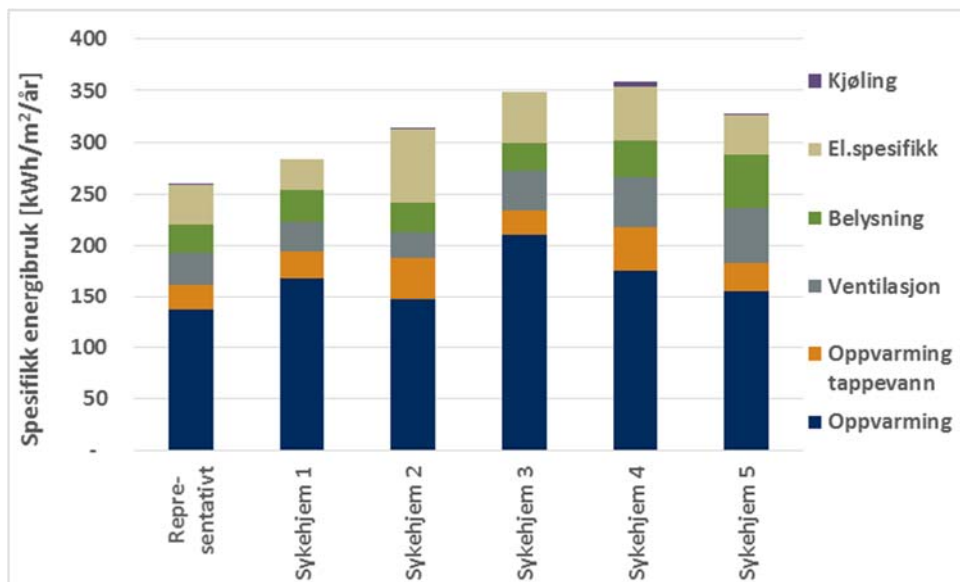
For sykehjem 5 finnes kun 3 år med målerdata fordi bygget ble varmet opp med fossil olje frem til 2011, og oljeforbruket ble ikke registrert. Fra 2011 har bygget blitt varmet opp av fjernvarme. Tabell 3.9 viser viktige egenskaper ved de utvalgte sykehjemmene.

Tabell 3.9 Utvalgte sykehjem

	Sykehjem 1	Sykehjem 2	Sykehjem 3	Sykehjem 4	Sykehjem 5
<b>Areal [m²]</b>	6 241	4 861	5 837	5 070	5 005
<b>Byggeår / Rehabilitering</b>	1974	1976	1990	2009	1966 / 1990
<b>Varmeforsyning</b>	Fjernvarme	Varmepumpe El.kjel (spiss)	El.kjel Oljekjel (spiss)	Fjernvarme	Fjernvarme
<b>Kjøling</b>	Nei	Ventilasjon	Nei	Ventilasjon	Ventilasjon
<b>Terapibad</b>	Nei	Ja	Ja	Nei	Nei
<b>Antall rom</b>	32	32	100	72	68

### 3.7.3 Formålsdelt energibruk

Formålsdelt energibruk i sykehjem er beregnet ut fra tilgjengelig måledata samt at det er gjennomført befarings på de fem utvalgte byggene. Se kapittel 3.1.3 for en gjennomgang av hvordan representativt formålsdelt energibruk beregnes.



Figur 3.23 Formålsdelt energibruk i de utvalgte sykehjemmene

I sykehjem omfatter energiposten «el.spesifikk» elektrisitet til drift av kjøkken, kafe, vaskeri, seniorsenter, medisinerom, frisør, fotterapi, kontor, serverrom, heis, pumper med mer.

Sykehjem 1 har relativt høyt varmekonsum, som kan forklares av byggets alder. Bygget har små ventilasjonsluftmengder (i snitt 4,2 m<sup>3</sup>/h/m<sup>2</sup>). Energibruk til ventilasjon er likevel høyere enn i for sykehjem 2 fordi alle aggregatene er i døgntidkontinuerlig drift. Det er strålingsvarme på bad i alle beboerrom og sykehjemmet har et stort vaskeri. Sykehjem 1 har ikke SD-anlegg. En del av bygget brukes til bolig med service (leiligheter). Disse har egne strømmålere og er ikke inkludert her. Det er også et seniorsenteret ved sykehjemmet. Felles arealer som går til seniorsenteret og til bolig med service (kafeteria, aktivitetsrom) inngår med både energibruk og areal.

Sykehjem 2 gikk over fra å bruke el- og oljekjel til å varme opp med varmepumpe før vintersemesteren 2011/2012. Den eldre bygningskroppen gjenspeiles i liten grad i oppvarmingsbehovet etter at bygget fikk installert en varmepumpe. Bygget har et terapibad, noe som er årsaken til den høye andelen energibruk som går til oppvarming av tappevann. Over halvparten av byggets areal består av seniorsenter med mye aktivitet som forårsaker el.spesifikk forbruk. Seniorsenteret er kun i drift på dagtid, noe som tillater tidsstyring av ventilasjonsaggregatene som betjener seniorsenteret. Bygget har moderate ventilasjonsluftmengder (i snitt 6,9 m<sup>3</sup>/h/m<sup>2</sup>) og SD-anlegg. Det er varmekabler på badene i halvparten av beboerrommene, strålingsvarme i resten.

Det høye varmekonsumet i sykehjem 3 skyldes et glasstak over fellesarealene med kafeteria og inngangspartiet. Beboere opplever kaldras fra glasstaket og trekk fra

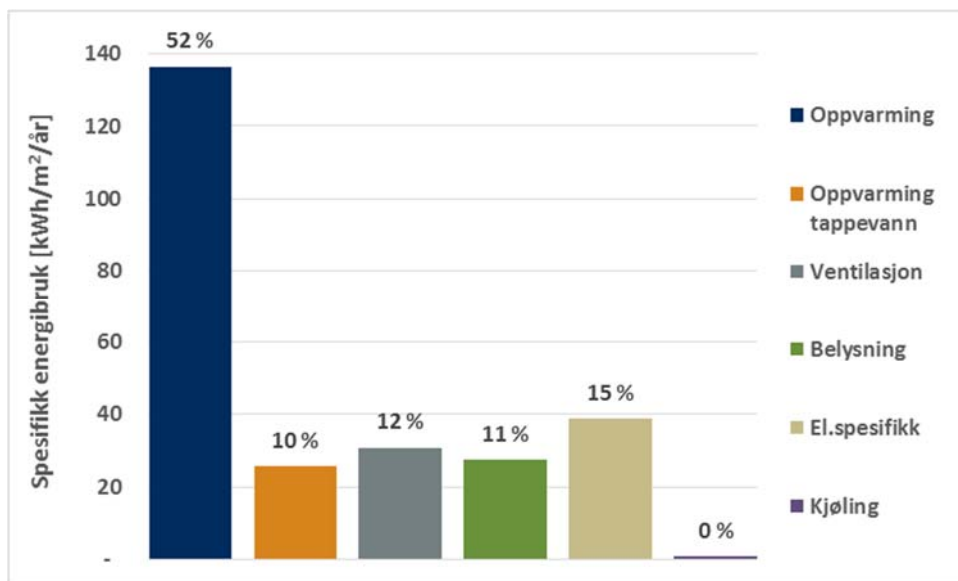
inngangsdøren i disse områdene om vinteren, og fjernvarmen suppleres med mobile oljeradiatorer om vinteren for å oppnå akseptabelt termisk komfort for beboere (15 stk. oljeradiatorer med maks. effekt 1500 W pr radiator). Sykehjemmet har moderate ventilasjonsluftmengder (i snitt  $6,7 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2$ ) og aggregatene som betjener fellesarealer og kafeteria er tidsstyrt. Sykehjemmet har et lite terapibad (mye mindre enn i sykehjem 2) og SD-anlegg. Det er varmekabler på badet i alle beboerrommene. Sykehjem 3 har ikke seniorsenter, men det er tilbud om bolig med service i et nabobygg med atskilte målere.

Sykehjem 4 er det nyeste sykehjemmet, men likevel det som bruker mest energi. Bygget har små ventilasjonsluftmengder (i snitt  $4,6 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2$ ). Aggregatene er døgkontinuerlig drift noe som forklarer den høye energibruken til ventilasjon. Kapasiteten til ventilasjonsaggregatene er på  $8,9 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2$ . Det er problemer med tung luft og at det er for varmt om sommeren og for kaldt om vinteren, og ventilasjonsanleggene ble derfor innregulert på nytt våren 2015. I løpet av de seks årene bygget har vært i drift har man byttet vaktmester flere ganger. Dette fører til dårlig kontinuitet og gjør det vanskelig å få gjennomført energioppfølging. Bygget har SD-anlegg og det er varmekabler på badene i alle beboerrommene som er stilt til  $35^\circ\text{C}$  året rundt. I søppelrom og rom for skittent tøy er det kjøling. Kantinen er mye brukt, av både kommunale ansatte og pårørende. Bygget huser også frisør, massasjestol og solseng, men det er ikke seniorsenter og ingen bolig med service.

Ventilasjonsluftmengdene i sykehjem 5 er tilfredsstillende (i snitt  $9,8 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2$ ). Aggregatene som betjener beboerrommene er i drift døgkontinuerlig og det er tidsstyring på aggregatene som betjener felles arealer/vaskeri/kafeteria. Bygget har SD-anlegg og det er varmekabler på badet i alle beboerrommene. Bygget har eldre belysningsarmaturer, noe som forklarer at energibruk til belysning er større i sykehjem 5 enn i de andre sykehjemmene i utvalget. Bygget har verken seniorsenter eller bolig med service.

Energibruk til oppvarming av varmtvann er her beregnet for de fem byggene, basert på varmekonsumet om sommeren. Bare fire av sykehjemmene i Entros database har egen måling for denne energiposten. Spesifikk forbruk til oppvarming av varmt tappevann for disse byggene varierer mellom  $7 \text{ kWh}/\text{m}^2/\text{år}$  og  $34 \text{ kWh}/\text{m}^2/\text{år}$ . Dette bekrefter at det stor variasjon i energibruk som går til oppvarming av tappevann.

Formålsdelt energibruk for sykehjem, beregnet med utgangspunkt i de fem utvalgte byggene og antatt representativt forbruk på  $260 \text{ kWh}/\text{m}^2/\text{år}$ , er vist i Figur 3.24.

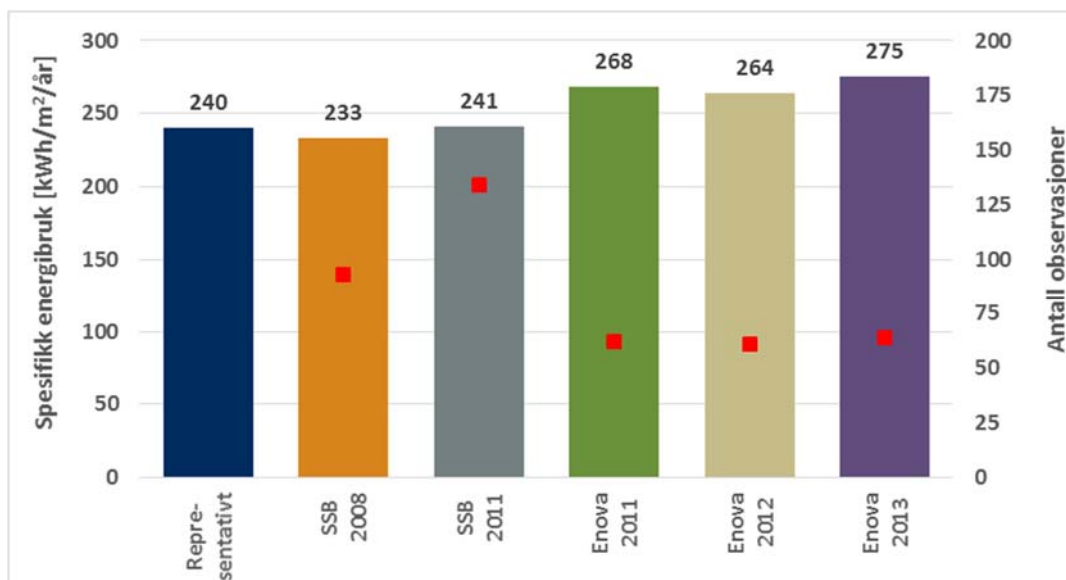


Figur 3.24 Representativt formålsdelt energibruk i sykehjem

## 3.8 Hoteller

### 3.8.1 Spesifikk energibruk

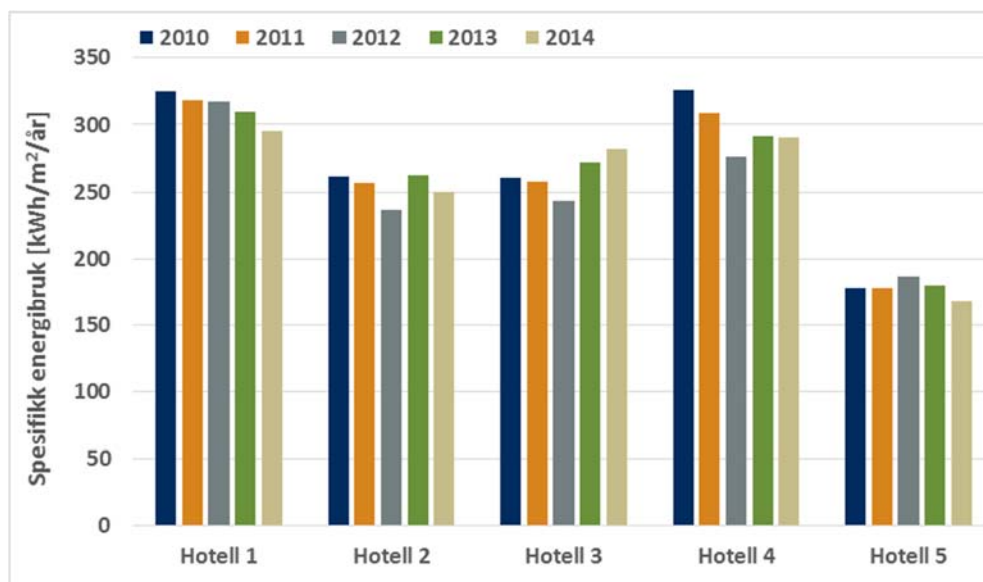
For hoteller er representativ forbruk 240 kWh/m²/år. SSB 2011 har flest observasjoner og er valgt som representativ forbruk av den grunn. Det er overraskende at Enova viser høyere energibruk enn SSB for denne bygningskategorien. Årsaken til dette er ikke undersøkt.



Figur 3.25 Gjennomsnittlig målt spesifikk energibruk i hotellbygg i forskjellige statistikker, de røde prikkene viser antall observasjoner

### 3.8.2 Utvalgte bygg

Fem hotellbygg er valgt ut for nærmere analyse. Dette er bygg som har gode måledata. Figur 3.26 viser spesifikk energibruk i de fem byggene for årene fra 2010 til 2014. Energibruken er steds- og temperaturkorrigert til Oslo klima og normalår.



Figur 3.26 Steds- og temperaturkorrigert spesifikk energibruk for de fem utvalgte hotellbyggene

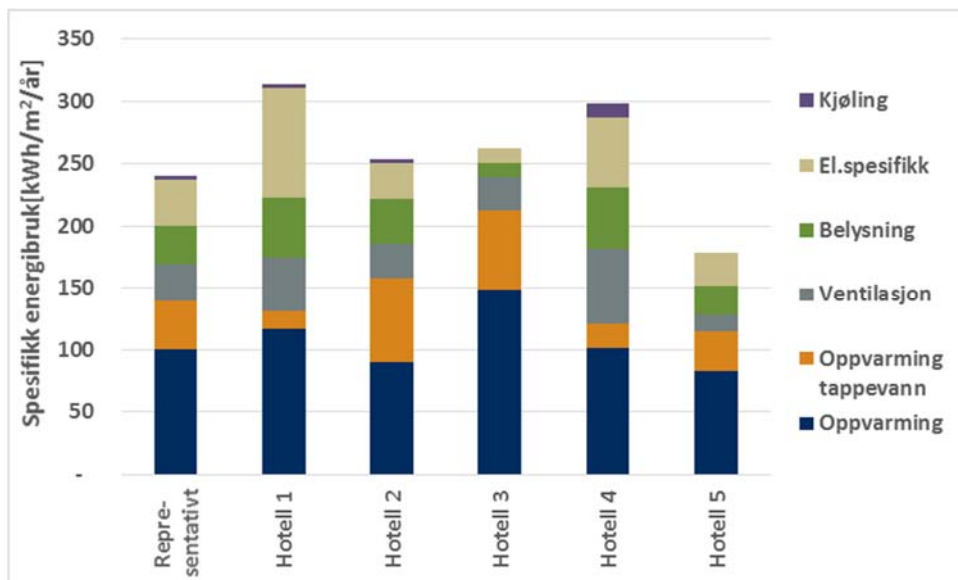
Tabell 3.10 viser viktige egenskaper ved de fem utvalgte byggene.

Tabell 3.10 Utvalgte hotellbygg

	Hotell 1	Hotell 2	Hotell 3	Hotell 4	Hotell 5
<b>Areal [m²]</b>	20 551	5 770	5 707	21 685	7 947
<b>Byggeår / Rehabilitering</b>	1920	1950 / 1984	1970 / 2012	2001	1956 / 2008
<b>Tilbygg</b>	1975 og 2000	-	-	2011	-
<b>Varmeforsyning</b>	Fjernvarme Varmepumpe	Fjernvarme	Fjernvarme	Fjernvarme	Fjernvarme
<b>Kjøling</b>	Ja	Ja	Nei	Ja	Nei
<b>Antall rom</b>	251	168	180	480	116
<b>Konferanse-fasiliteter</b>	Ja	Nei	Nei	Ja	Nei
<b>Standard</b>	Høy	Vanlig	Lav	Vanlig	Vanlig

### 3.8.3 Formålsdelt energibruk

Figur 3.27 viser formålsdelt energibruk i de fem utvalgte hotellbyggene, samt beregnet formålsdelt energibruk for et representativt bygg. Se kapittel 3.1.3 for en gjennomgang av hvordan representativt formålsdelt energibruk beregnes.



Figur 3.27 Formålsdelt energibruk i de utvalgte hotellbyggene

Den eldste delen av hotell 1 er vedlikeholdt gjennom alle årene uten at vi kjenner intervaller for vedlikehold. Vi kjenner ikke til evt. etterisolering av bygningsskallet. Hotellet huser et stort konferansesenter med høy belegg (over 500 konferanser i 2014), restaurant og bar, egen storkjøkken og konditori, moderate ventilasjonsluftmengder (i snitt 6,5 m³/h/m²). De fleste aggregatene har tidsstyring (3 timer stopp i løpet av et døgn i hotellrom). Hotellet har SD-anlegg og det er varmekabler på bad i alle hotellrom. Hotellet er åpent 365 dager i året.

Hotell 2 har ikke konferansesenter, men det har restaurant. Restaurant og kjøkkenet har egne målere og er ikke medregnet her, da det driftes av et eget separat selskap, ikke av hotellet. Bygget ble oppført som leilighetsblokk i 1950 og gjort om til hotell i 1984. Det er varmekabler på bad i alle hotellrom og små ventilasjonsluftmengder, i snitt 4,5 m³/h/m². Hotellet holder stengt ved påske og jul.

Hotell 3 er det bygget med enklest standard i utvalget, og har ikke konferansesenter. Det er ingen minibar i rommene, og ingen restaurant i tilknytting til hotellet, bare et kaldt kjøkken som kun serverer frokost. Hotellet har lite resepsjonsareal og veldig lite «tomt» rom i form av vrimelearealer. Det er LED-belysning eller T5-armaturer over hele hotellet, og belysningen på rommene slås av når nøkkelkortet fjernes. Moderne armaturer og styringen med nøkkelkort er årsaken til den lave energibruken til belysning. Hotellet har moderate ventilasjonsluftmengder, i snitt 5,8 m³/h/m², i døgntinuerlig drift og anlegget går på halv hastighet store deler av året. Energiposten «el.spesifikk» er liten



fordi hotellrommene har veldig lite strømkrevende utstyr (kun 1 stk. flatskjerm per rom). Det er varmekabler på bad i alle hotellrom. Hotellet holder stengt ved påske og jul.

Hotell 4 har hele 480 rom, stort konferansesenter med høyt belegg, restaurant og bar, samt eget storkjøkken og konditori. Bygget er veldig arealeffektivt, som det kommer fram av Tabell 3.10 er dette bygget omtrent like stort som hotell 1, men har nesten dobbelt så mange hotellrom. Dette kan være en grunn til den relativt høye energibruken til tross for at bygget ikke er så gammelt. Hotellet har tilfredsstillende ventilasjonsluftmengder, i snitt  $8,7 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2$ , og alle aggregatene er i drift døgnet rundt. Hotellet har SD-anlegg og varmekabler på bad i alle beboerrom. Hotellet holder stengt i ca. en uke ved juletid.

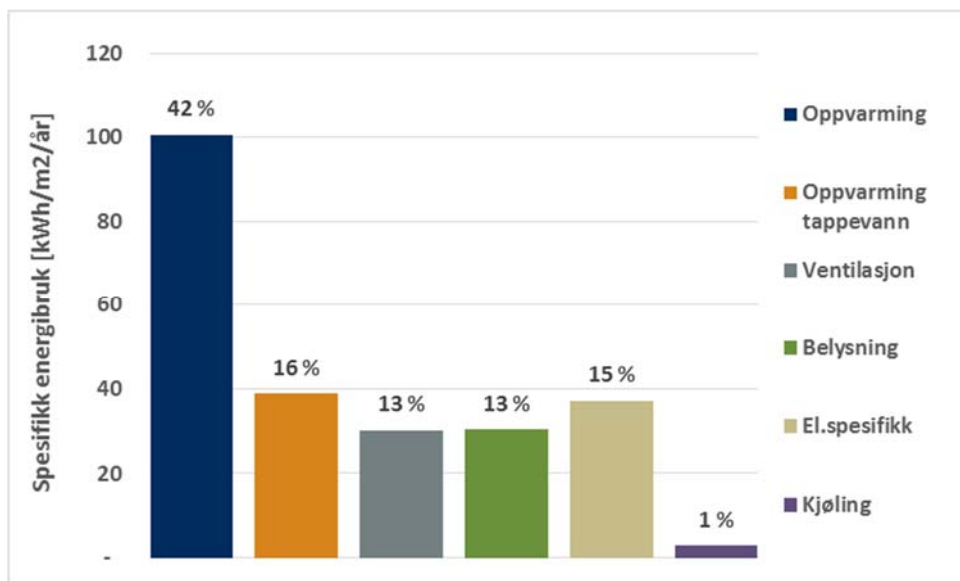
Hotell 5 ble opprinnelig prosjektert som en leilighetsblokk, og gjort om til hotell underveis i prosjektet. Dette gjør at det er relativt store rom på dette hotellet, og det har ikke konferansesenter. Det er små ventilasjonsluftmengder, i snitt  $2,5 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2$ . Det er avtrekksventilasjon til meste parten av hotellrommene (frisk luft trekkes gjennom vindusspalter i fasaden). Disse to faktorene gjør at hotell 5 bruker lite energi til drift av ventilasjonsanlegg. Hotellet holder stengt ved påske og jul.

Det kan se ut som om hotell 2 og 3 bruker mye energi til oppvarming av tappevann. Fremstilling av formålsdelt energibruk per  $\text{m}^2$  gir et skjevt inntrykk i dette tilfellet. Hotell 1 og 4 har konferanselokaler og et mye større areal å spre energibruken til oppvarming av tappevann på. Det samme gjelder hotell 5 som har nesten 60 hotellrom mindre enn hotell 2 og 3, til tross for et oppvarmet areal som er  $2.000 \text{ m}^2$  større.

De store forskjellene i energibruk som går til ventilasjon og belysning skyldes tilsvarende forhold. Hotell 1 og 4 har konferansefasiliteter og større forbruk til ventilasjon og belysning enn de andre. Når det gjelder belysning er etablering av nøkkelkort som styrer lyset, samt utskiftning til nyere lysarmaturer, avgjørende for energibruken. Hotell 3 har utført begge tiltak. Hotell 2 har ingen nøkkelkort som er tilknyttet belysningen, mens hotell 5 har noen rom utstyrt med nøkkelkort. I hotell 5 er rengjøringspersonalet instruert i å slå av lyset når rommet forlates.

I hoteller vil energiposten «el.spesifikk» variere med hotellstandarden. I hotell 3 inneholder denne energiposten kun strømforbruk til TV på rommene, heis, kjøleskap på kaldt kjøkken, samt noe PC/data til resepsjon og drift av sirkulasjonspumper til det vannbårne varmeanlegget. I hoteller med høyere standard vil drift av minibar/kjøleskap, vannkoker, evt. kaffemaskin i hotellrommene komme i tillegg. Når hotellet også drifter en eller flere restauranter og kafeer vil denne posten øke i takt med størrelse på tilbudet. Store hoteller med konferansesenter har ofte litt kontorarealer til reservasjonssenteret og driftere, samt noe større serverrom. I de store hotellene (hotell 1 og 4) er staben på over 180 ansatte, og disse hotellene har egen kantine til ansatte. Hotellene som er befart hadde ikke vaskeri, kun én eller to vaskemaskiner og tørketromler til kluter eller lignende. Å sende sengetøy og annet skittentøy utomhus for vask ser ut til å være vanlig praksis.

Formålsdelt energibruk for hoteller, beregnet med utgangspunkt i de fem utvalgte byggene og antatt representativt forbruk på  $240 \text{ kWh}/\text{m}^2/\text{år}$ , er vist i Figur 3.28.

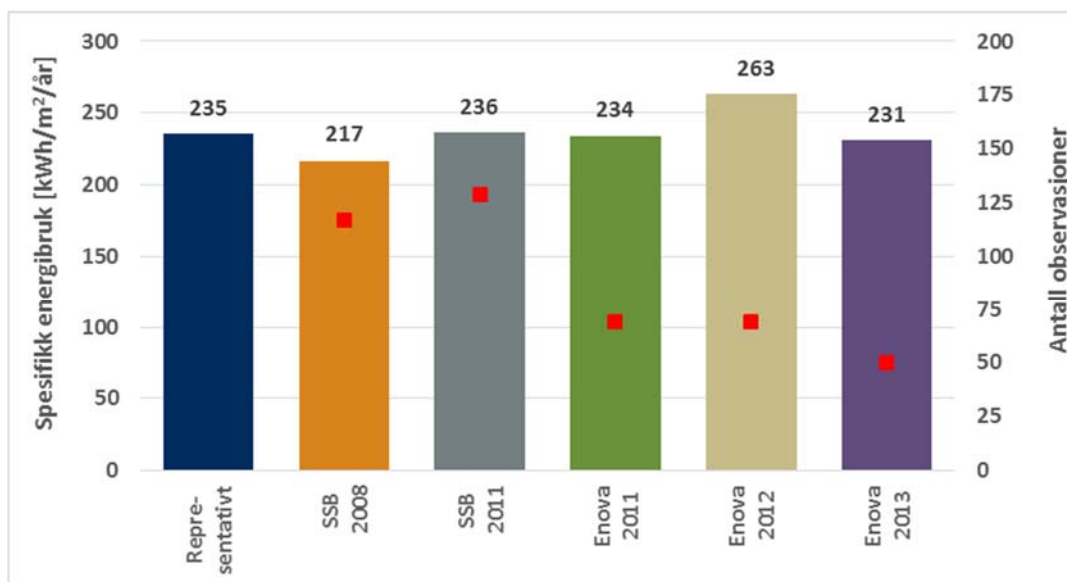


Figur 3.28 Representativt formålsdelt energibruk i hotellbygg

## 3.9 Idrettsbygg

### 3.9.1 Spesifikk energibruk

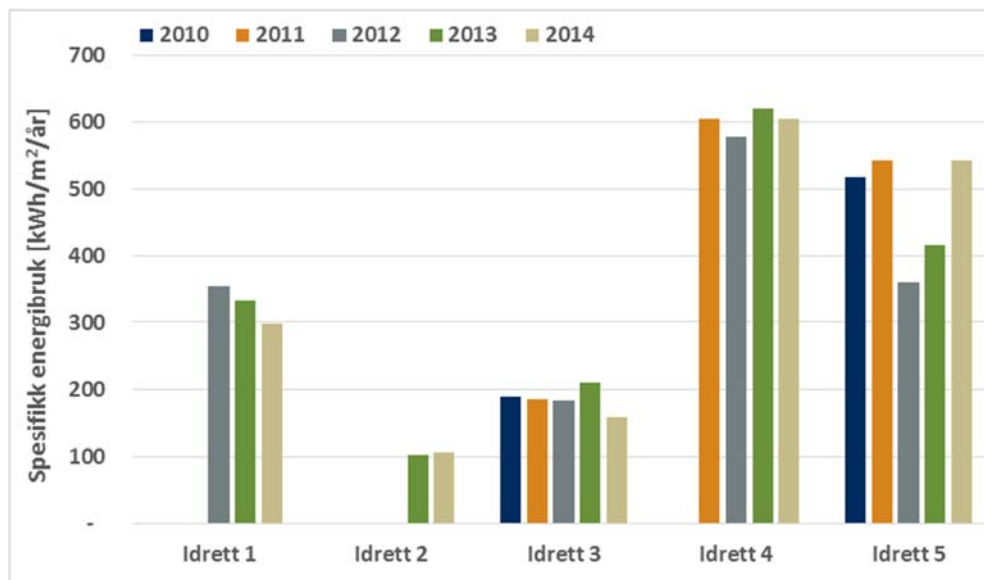
For idrettsbygg er representativ forbruk 235 kWh/m²/år. SSB 2011 har flest observasjoner og er valgt som representativ forbruk av den grunn, se Figur 3.29.



Figur 3.29 Gjennomsnittlig målt spesifikk energibruk i idrettsbygg i forskjellige statistikker, de røde prikkene viser antall observasjoner

### 3.9.2 Utvalgte bygg

Fem idrettsbygg er valgt ut for nærmere analyse. Dette er bygg som har gode måledata. Figur 3.30 viser spesifikk energibruk i de fem utvalgte idrettsbyggene. Energibruken er steds- og temperaturkorrigert til Oslo klima og normalår.



Figur 3.30 Steds- og temperaturkorrigert spesifikk energibruk for de fem utvalgte idrettsbyggene

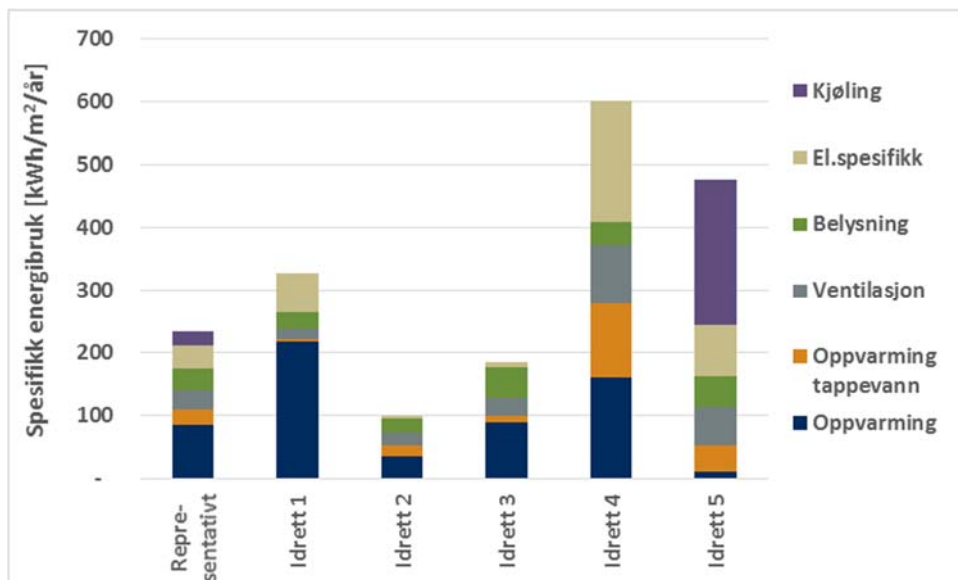
Idrett 1 har ikke komplette måledata for 2010 og 2011. Idrett 2 er fra 2012, og har derfor bare to år med målerdata tilgjengelig. Det kommer frem av Figur 3.30 at energibruken kan variere kraftig mellom forskjellige idrettsbygg. Dette skyldes at denne gruppen bygg er svært sammensatt, og spesielt ishaller og svømmehaller har naturlig nok spesielt høyt energibruk. Se Tabell 3.11 for mer informasjon om disse byggene.

Tabell 3.11 Utvalgte idrettsbygg

	Idrett 1	Idrett 2	Idrett 3	Idrett 4	Idrett 5
<b>Areal [m²]</b>	1 037	15 525	4 993	1 663	3 241
<b>Byggeår</b>	2006	2012	1974	1980	1992
<b>Varmeforsyning</b>	Bioolje fra 2014	Nærvarme	El.kjel + VP	El.kjel	Nærvarme
<b>Kjøling</b>	Nei	Nei	Nei	Nei	Ja, ishall
<b>Formål</b>	Skatepark / BMX / Danserom	Friidrett / Fotball / Flerbruk	Flerbrukshall	Svømmehall	Ishall

### 3.9.3 Formålsdelt energibruk

Figur 3.31 viser formålsdelt energibruk i de fem utvalgte idrettsbyggene, samt beregnet formålsdelt energibruk for et representativt bygg. Se kapittel 3.1.3 for en gjennomgang av hvordan representativt formålsdelt energibruk beregnes.



Figur 3.31 Formålsdelt energibruk i de fem utvalgte idrettsbyggene

Idrett 1 huser en skatepark, og har minst 5 meter takhøyde. Dette fører til høyt oppvarmingsbehov. Posten «el.spesifikk» inneholder energibruk som går til drift av kafeen som er åpent hver dag. Den har en pizzaovn samt flere kjøleskap til brus og brain cooler maskin. Det brukes veldig lite varmtvann til dusjing her, og bygget har én varmtvannsbereder med en kapasitet på 300 liter.

Idrett 2 er et nytt bygg som har detaljert målerstruktur. Man hadde fokus på energieffektivitet under prosjektering, det ble brukt 38 cm isolasjon i tak, god tetting i vegger, samt vinduer, dører og porter med gode u-verdier og bygget har energikarakter B. Bygget har fem varmtvannsberedere à 1000 liter, og får varmt levert fra fjernvarmen. Installert effekt til belysning er i snitt 6,0 W/m². Det store arealet bidrar til å trekke spesifikk energibruk ned.

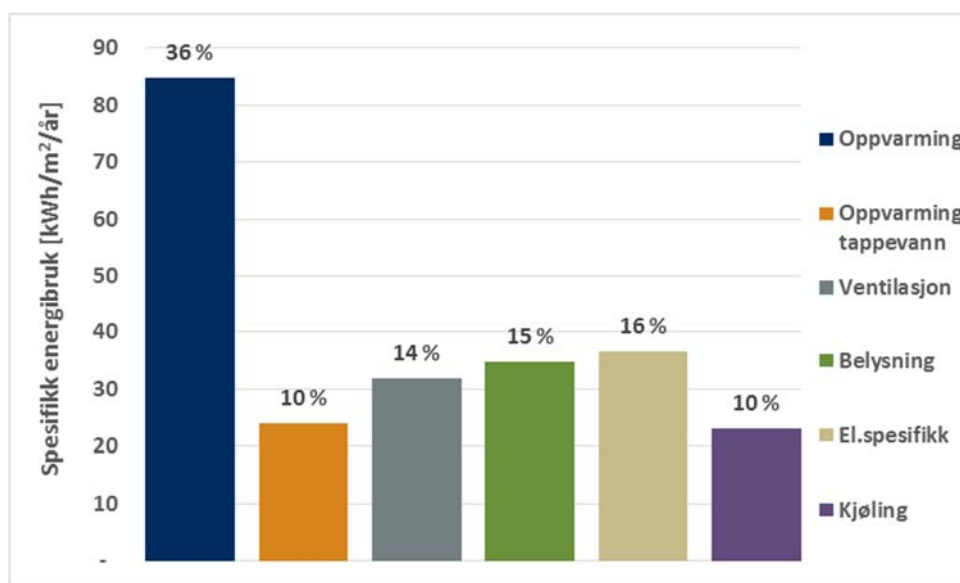
Idrett 3 er det eldste bygget i utvalget, og det eneste som har ventilasjonsanlegg uten varmegjenvinning og i døgkontinuerlig drift. Bygget har tre varmtvannsberedere à 1500 liter. Installert effekt til belysning er i snitt 8,4 W/m². Lyset i hele hallen skrues på via en betjeningspanel ved inngangen til hallen. Lyset er skrudd på i snitt 15 timer i løpet av en dag, noe som forklarer at energibruk til belysning er høyere enn i både idrett 1 og 2.

Idrett 4 er en svømmehall og posten «oppvarming tappevann» inneholder oppvarming av vannet i svømmebassenget. En dag i uken holder bassenget 32°C. Forvarming av bassengvannet starter to dager før for å klare å nå 32°C. Posten «el.spesifikk» inneholder drift av pumper, filter, slamsuger og kompressor til vannspyling, drift av solseng og

oppvarming av badstue, samt drift til kjøleskap/automater i inngangspartiet og hårtørkere i garderober.

Idrett 5 er en ishall, og varmebehovet avgrenset til garderober, kiosk/kafe, klubbrom, trimrom. Elektrisitet til drift av kjølemaskiner som lager isflaten vises under posten «Kjøling». Energi til pumpedrift inngår i posten «el.spesifikk». Bygget har ti varmtvannsberedere à 390 liter og to à 1000 liter. For å belyse isflaten har ishallen 90 lyskastere à 400 W, total effekt er 36 kW. Det er grunnen til det høye forbruket til belysning.

Formålsdelt energibruk for idrettsbygg, beregnet med utgangspunkt i de fem utvalgte byggene og antatt representativt forbruk på 235 kWh/m<sup>2</sup>/år, er vist i Figur 3.32.



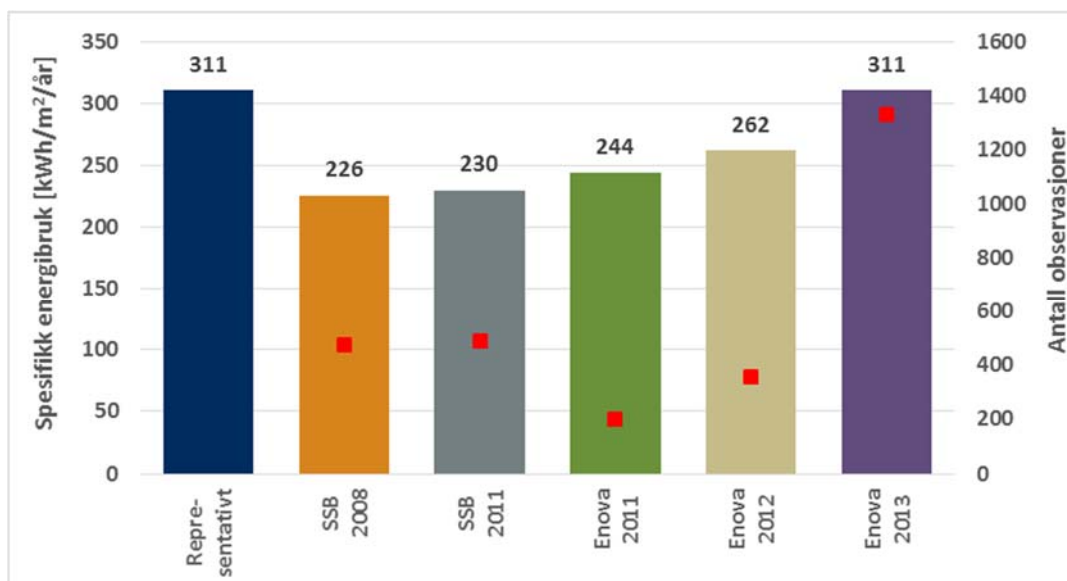
Figur 3.32 Representativt formålsdelt energibruk i idrettsbygg

### 3.10 Forretningsbygg

Kategorien forretningsbygg rommer alt fra små kiosker og dagligvarebutikker på under 100 m<sup>2</sup> som kan ha åpent på søndager, til store kjøpesenter på over 100 000 m<sup>2</sup>. Det er også store forskjeller i energibruken til en dagligvarebutikk med mye kjøle- og fryseinstallasjoner for mat, og en butikk som selger klær eller annet utstyr. På bakgrunn av dette ble forretningsbygg delt inn i tre undergrupper i arbeidet fra 2013; kjøpesenter, dagligvarebutikk og annen enkeltstående butikk. I den tidligere utgitte rapporten kan man lese mer om hver av disse gruppene (Multiconsult AS, Analyse & Strategi og Entro AS, 2014). I denne rapporten er forretningsbygg behandlet som én bygningskategori, på lik linje med de andre kategoriene. Informasjonen om forretningsbygg er en sammenstilling av informasjonen om de tre undergruppene som ble behandlet i 2013.

### 3.10.1 Spesifikk energibruk

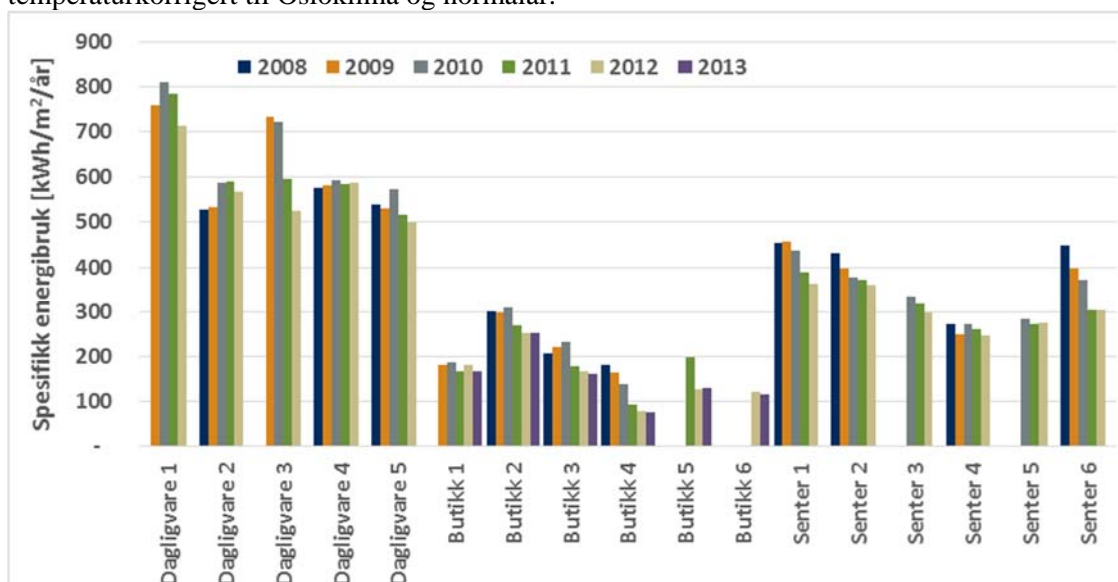
For forretningsbygg er representativ spesifikk energibruk satt til 311 kWh/m<sup>2</sup>/år. Kriteriet som ble brukt for å velge representativ forbruk var antall observasjoner, se Figur 3.33.



Figur 3.33 Gjennomsnittlig målt spesifikk energibruk i forretningsbygg i forskjellige statistikker, de røde prikkene viser antall observasjoner

### 3.10.2 Utvalgte bygg

Fem dagligvarebutikker, seks andre enkeltstående butikker og seks kjøpesenter er valgt ut for nærmere analyse. Dette er bygg som har gode måledata. Figur 3.34 viser spesifikk energibruk i de fem utvalgte kontorbyggene. Energibruken er steds- og temperaturkorrigert til Oslo klima og normalår.



Figur 3.34 Steds- og temperaturkorrigert spesifikk energibruk i de utvalgte forretningsbyggene

Det kommer tydelig frem av Figur 3.34 at dagligvarebutikkene har høyere spesifikk energibruk enn de andre forretningsbyggene. Dette skyldes i stor grad energibruken til kjøle- og fryseapparater for matvarer.

Dagligvare 1 har høyest spesifikk energibruk av alle byggene. Dette skyldes først og fremst at dette er et supermarked med ferskvareavdeling og dermed noe større tetthet av kjøle- og fryseinstallasjoner. Dagligvare 5 har lavest spesifikk forbruk til tross for lengst åpningstid, noe som tyder på at teknisk utstyr er moderne og driften god.

Energibruken i de andre enkeltstående butikkene varierer kraftig mellom butikkene. Butikk 2 er den eneste som ikke er rehabilitert eller bygget i løpet av de siste fem årene, og dette er også den butikken som har høyest energibruk. Butikkene 4 og 6 har begge bergvarmepumpe, som bidrar til å redusere energibruken. Det ble gjennomført et energiprogram i butikkene 1, 2, 3 og 4 i perioden 2009 – 2012, noe som ser ut til å ha gitt resultater for energibruken her. Butikk 6 ble ferdigstilt i 2012 og har bare energibruksdata for 2012 og 2013.

På sentrene 1, 2 og 6 har man iverksatt et bevisst energieffektiviseringsarbeid, noe som er ut til å ha gitt resultater. Energibruken i disse byggene har blitt merkbart redusert i løpet av perioden 2008 – 2013.

Tabell 3.12, Tabell 3.13 og Tabell 3.14 viser relevant informasjon om de utvalgte forretningsbyggene.

**Tabell 3.12 Utvalgte dagligvarebutikker**

	Dagligvare 1	Dagligvare 2	Dagligvare 3	Dagligvare 4	Dagligvare 5
<b>Areal [m<sup>2</sup>]</b>	1 735	969	581	898	1 070
<b>Bygd / Rehabilert</b>	2007 / 2012	1985 / 2000	1987 / 2006	2002	1992
<b>Varmeforsyning</b>	Elektrisitet	Elektrisitet	Elektrisitet	Fjernvarme	Elektrisitet
<b>Varmegjenvinner ventilasjonsanlegg</b>	Roterende	Roterende	Roterende	Roterende	Roterende
<b>Varmegjenvinning kjølfrys</b>	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
<b>Belysningsarmaturer</b>	T5	T8	T5	T8	T5
<b>Åpningstid [timer/uke]</b>	70	93	93	87	103

Tabell 3.13 Utvalgte andre butikker

	Butikk 1	Butikk 2	Butikk 3	Butikk 4	Butikk 5	Butikk 6
<b>Areal [m²]</b>	19 337	19 320	31 979	34 677	36 007	37 376
<b>Bygd / Rehabiliter</b>	1988/2012	1997	2000/2010	1975/2007	2010	2012
<b>Varmeforsyning</b>	Fjernvarme	El.kjel	Fjernvarme	Varmerpumpe	Fjernvarme	Varmepumpe
<b>Luftmengde [m³/h/m²]</b>	7,6	10,4	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
<b>Varmegjenvinner ventilasjonsanlegg</b>	Roterende	Batteri	Roterende	Roterende	Roterende	Roterende
<b>Belysningsarmaturer</b>	T5	T5	T5	Noe LED	T5	T5
<b>Åpningstid [timer/uke]</b>	70	77	70	77	64	70

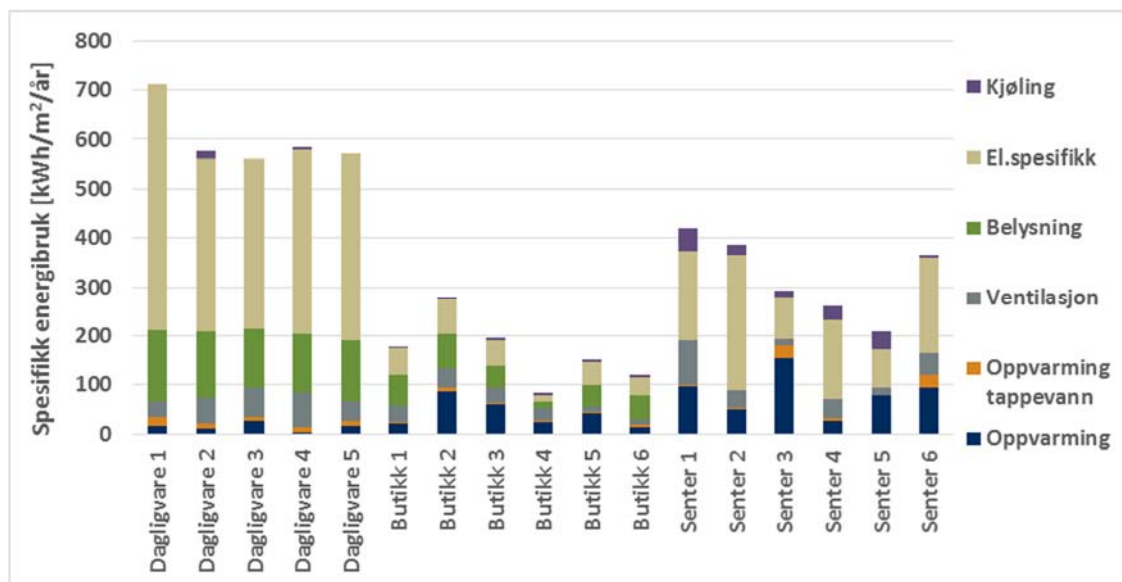
Tabell 3.14 Utvalgte kjøpesenter

	Senter 1	Senter 2	Senter 3	Senter 4	Senter 5	Senter 6
<b>Areal [m²]</b>	24 512	6 191	5 157	7 100	7 452	3 825
<b>Bygd / Rehabiliter</b>	1971	1969	2003	1935	2009	2004
<b>Varmeforsyning</b>	El.kjel oljekjel	Fjernvarme	Fjernvarme	Fjernvarme	Fjernvarme	Fjernvarme
<b>Kjøling</b>	Kjøle-maskin	Kjøle-maskin	Fjernkjøling	Kjøle-maskin	Fjernkjøling	Kjøle-maskin
<b>Luftmengde [m³/h/m²]</b>	15,7	10,4	17,0	14,9	17,6	15,2
<b>Varmegjenvinner ventilasjonsanlegg</b>	Roterende/ Plate/ Batteri	Ingen/ Roterende/ Plate	Plate	Omluft/ Batteri/ Plate	Roterende	Roterende/ Plate/ Batteri
<b>Åpningstid [timer/uke]</b>	63	64	38	69	68	48



### 3.10.3 Formålsdelt energibruk

Formålsdelt energibruk i forretningsbygg er beregnet ut fra tilgjengelig måledata samt at det er gjennomført befarings på de fem utvalgte byggene. Se kapittel 3.1.3 for en gjennomgang av hvordan representativt formålsdelt energibruk beregnes. Figur 3.35 viser formålsdelt energibruk for de utvalgte byggene.



Figur 3.35 Formålsdelt energibruk i de fem utvalgte dagligvarebutikkene, de fem andre butikkene og de seks kjøpesentrene

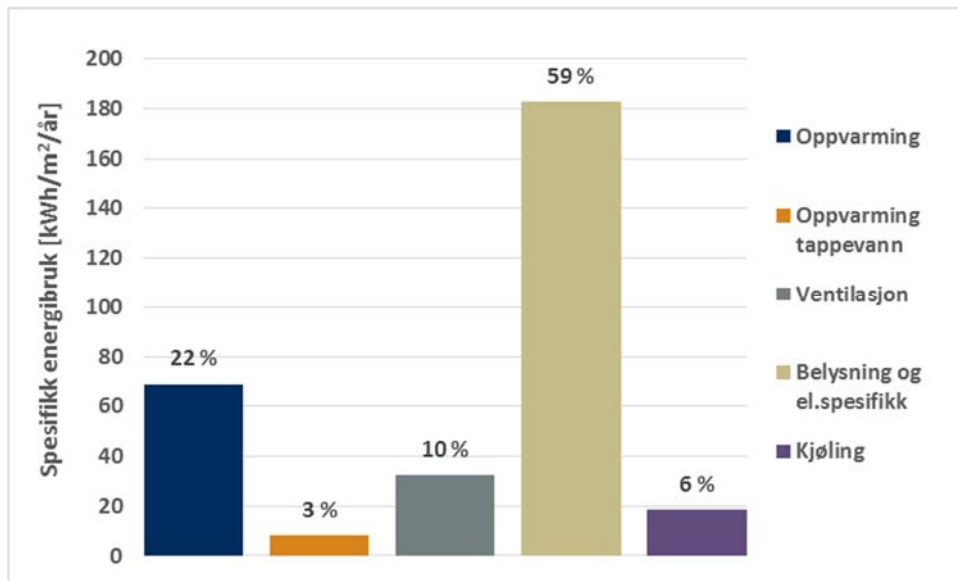
Dagligvarebutikkene bruker mest energi og «el.spesifikk» er den dominerende energiposten. Kjøle- og fryseapparater står samlet sett for nær halvparten (48 %) av totalt energibruk, selv om alle dagligvarebutikkene i utvalget har glassdører på kjølereolene, og noen har overtrekk på kjølfrys-diskene nattetid. Belysning er den nest største energiposten i dagligvarebutikker. Man har både grunnbelysning og effektbelysning for eksempel på enkelte reoler. Det er viktig at varene er godt belyst, og med dagligvarebutikkens lange åpningstider blir energibruken høy.

De andre enkeltstående butikkene bruker mye mindre energi enn dagligvarebutikkene, og formålsdelingen er også forskjellig fra dagligvarebutikkene. Figuren viser at oppvarming spiller en mye større rolle i disse butikkene enn i dagligvarebutikkene, selv om posten «el.spesifikk» er den største også i disse butikkene. Butikk 2 er den eneste som ikke er bygget eller rehabilitert etter år 2000, og det er denne butikken som bruker klart mest energi.

Også i kjøpesentrene er posten «el.spesifikk» den største. I disse byggene skiller man mellom elektrisitetsforbruk hos leietaker, altså inne i hver enkelt butikk, og elektrisitetsforbruk i fellesarealene. Belysning og teknisk utstyr måles samlet, slik at energibruken til belysning er inkludert i posten «el.spesifikk» for disse byggene. Det er stort fokus på belysning på varene, og det brukes gjerne ikke energisparende utstyr til

dette formålet. Det brukes en del energi til oppvarming av kjøpesentrene, og alle de utvalgte senterne bruker også energi til kjøling.

Formålsdelt energibruk er beregnet for hver av de tre gruppene dagligvarebutikk, annen enkeltstående butikk og kjøpesenter. I tillegg er det gjort antagelser om fordelingen av areal mellom de tre gruppene forretningsbygg, slik at man kan beregne antatt arealvektet formålsdelt energibruk for hele kategorien forretningsbygg samlet. Dette er vist i Figur 3.36, der representativ spesifikk energibruk er på 311 kWh/m<sup>2</sup>/år.

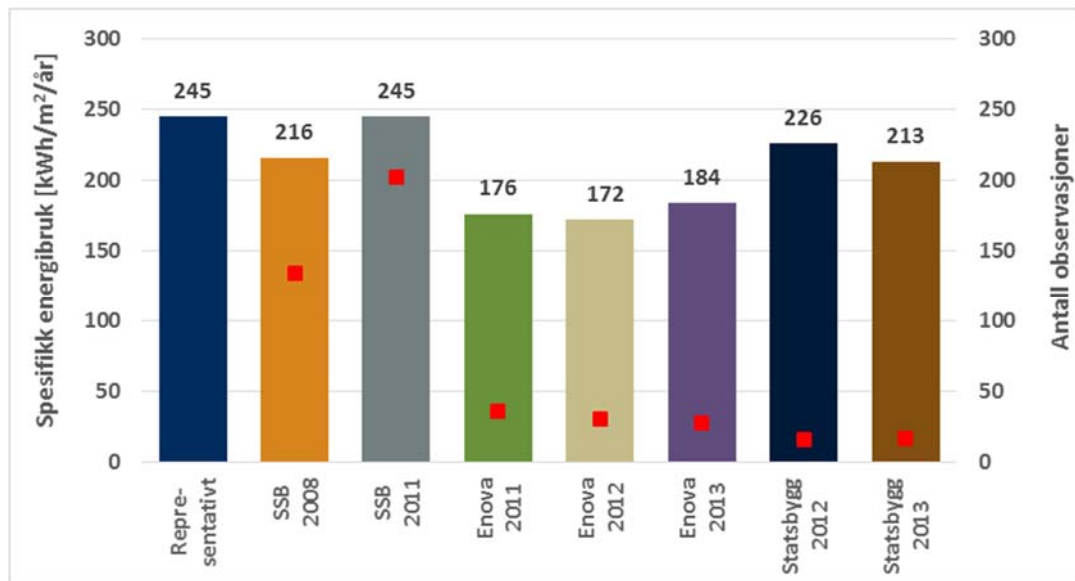


Figur 3.36 Representativt formålsdelt energibruk i forretningsbygg

## 3.11 Kulturbygg

### 3.11.1 Spesifikk energibruk

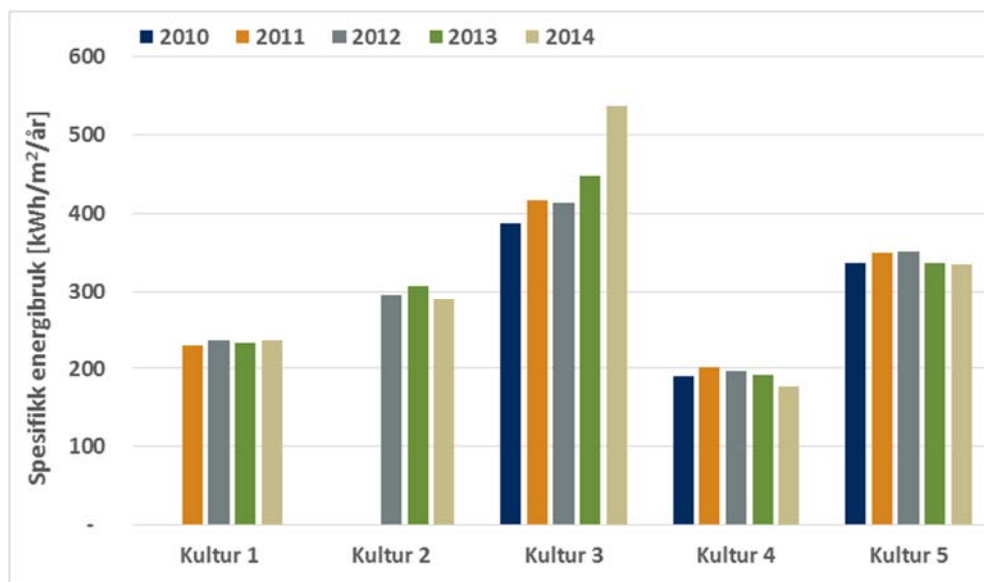
For kulturbygg er representativt forbruk 245 kWh/m<sup>2</sup>/år. SSB 2011 har flest observasjoner og er derfor valgt som representativt forbruk, se Figur 3.37.



Figur 3.37 Gjennomsnittlig målt spesifikk energibruk i kulturbygg i forskjellige statistikker, de røde prikkene viser antall observasjoner

### 3.11.2 Utvalgte bygg

Fem kulturbygg er valgt ut for nærmere analyse. Dette er bygg som har gode måledata. Figur 3.38 viser spesifikk energibruk i de fem utvalgte byggene. Energibruken er steds- og temperaturkorrigert til Oslo klima og normalår.



Figur 3.38 Steds- og temperaturkorrigert spesifikk energibruk for de fem utvalgte kulturbyggene

For Kultur 1 var det ikke tilgjengelig komplette måledata for 2010, og Kultur 2 har ikke komplette data for 2010 og 2011.

Vi ser at det er store variasjoner mellom total energibruk i de fem byggene, og det representative forbruket på 245 kWh/m<sup>2</sup>/år passer godt med dette bildet.

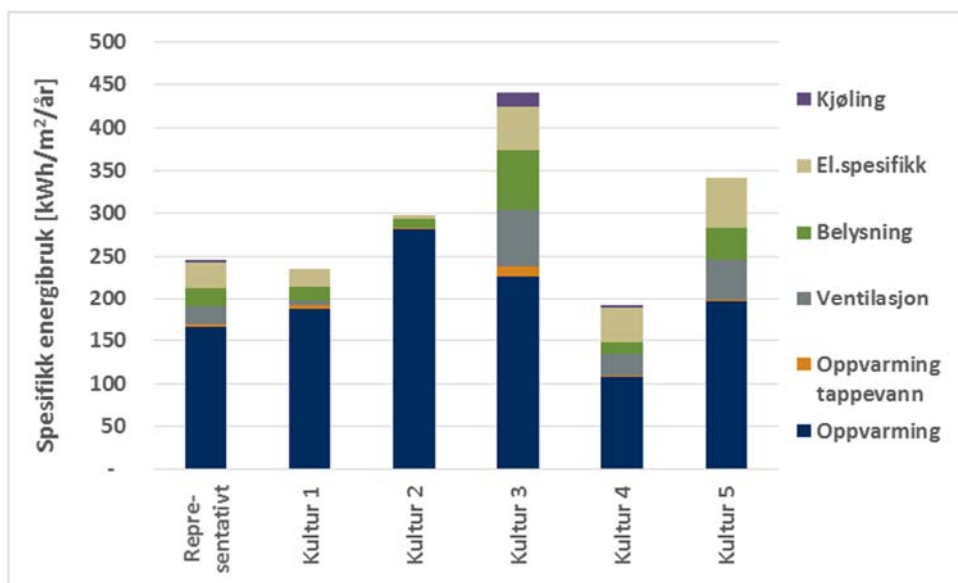
Tabell 3.15 viser viktige egenskaper ved de fem utvalgte kulturbyggene.

Tabell 3.15 Utvalgte kulturbygg

	Kultur 1	Kultur 2	Kultur 3	Kultur 4	Kultur 5
<b>Areal [m<sup>2</sup>]</b>	1 700	1 750	2 704	8 854	3 189
<b>Byggeår / Rehabilitering</b>	2002	1858	2003	2005	1981
<b>Varmeforsyning</b>	Fjernvarme	Fjernvarme	Fjernvarme	Fjernvarme	El.kjel
<b>Ventilasjon</b>	Deler av bygget	Nei	Ja	Ja	Ja
<b>Kjøling</b>	Nei	Nei	Ja	Ja	Nei
<b>Type kulturbygg</b>	Kirkebygg	Kirkebygg	Kulturhus	Kulturhus	Bibliotek

### 3.11.3 Formålsdelt energibruk

Figur 3.39 viser formålsdelt energibruk i de fem utvalgte kulturbyggene, samt beregnet formålsdelt energibruk for et representativt bygg. Se kapittel 3.1.3 for en gjennomgang av hvordan representativt formålsdelt energibruk beregnes.



Figur 3.39 Formålsdelt energibruk i de fem utvalgte kulturbyggene

Kultur 1 har naturlig ventilasjon i kirkerommet og balansert ventilasjon i resten av bygget som består av noen kontorplasser og to store samlingsrom i menighetshuset og kafé i tilknytting til kirkerommet. «el.spesifikk» inneholder strømforbruk til pumpedrift, heis i menighetshuset, kontorutstyr, samt drift av kafeen (kjøleskap, kaffemaskin, kokeplater osv). Kirken er i bruk fire kvelder i uka enten med øvelser eller kurs, i tillegg til gudstjenester og messer.

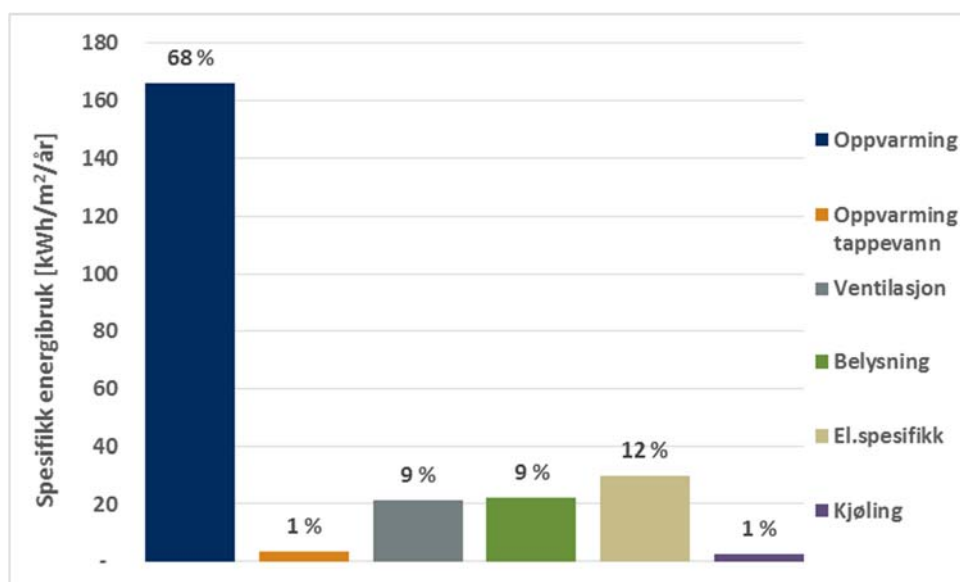
Kultur 2 har stort varmekonsum på grunn av sin høye alder. Det er naturlig ventilasjon i hele bygget, som består av kirkerommet og et mindre samlingsrom med kjøkken. På kjøkkenet er det en liten varmtvannsbereder. Kirkebygget brukes mest til gudstjenester og messer, og har lavt aktivitetsnivå i forhold til kultur 1.

Kultur 3 har veldig høy installert effekt til belysning, og all belysning var skrudd på på befaringstidspunktet selv om det var ingen bruker i bygget da. Styring av belysning er ikke optimalisert i forhold til energibruk, noe som bidrar til det høye forbruket til belysning. Bygget har også stor forbruk av fjernkjøling, som etter alt å dømme skyldes lite oppfølging fra drift.

Kultur 4 driftes med fokus på energioppfølging. Driften av alle ventilasjonsanleggene er justert ut fra brukstid i arealene som anleggene forsyner. Brukere er opplært til å slå av lyset når de forlater lokalene. Bygget har kafé og hovedscenen brukes flittig til konferanserom.

Kultur 5 har kafé, filmrom, kontorer og møterom i tillegg til biblioteket. Lysarmaturene byttet til LED med bevegelsesstyring sommeren 2014. Effekten av tiltaket blir synlig i årene som kommer. Energi til drift av pumpene inngår i posten «el.spesifikk».

Formålsdelt energibruk for kulturbygg, beregnet med utgangspunkt i de fem utvalgte byggene og antatt representativt forbruk på 245 kWh/m<sup>2</sup>/år, er vist i Figur 3.40.

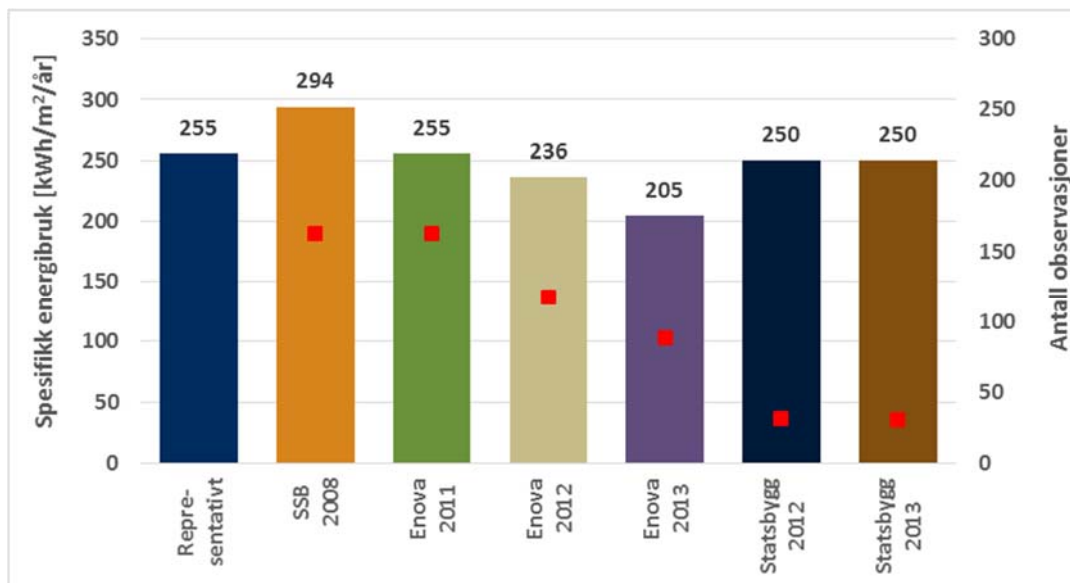


Figur 3.40 Representativt formålsdelt energibruk i kulturbygg

## 3.12 Lett industri og verksted

### 3.12.1 Spesifikk energibruk

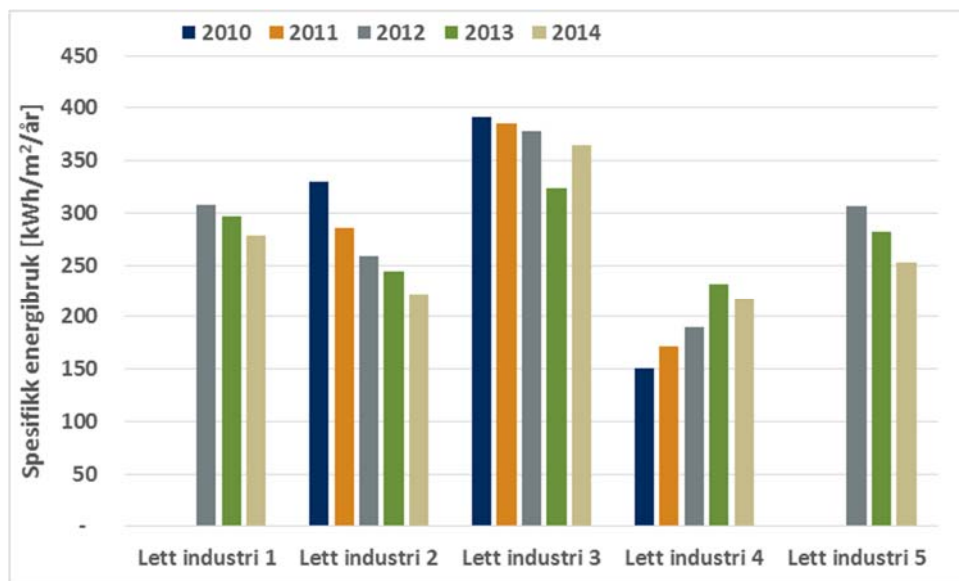
For bygningskategorien lett industri og verksted er 255 kWh/m<sup>2</sup>/år valgt som representativ energibruk. Dette er hentet fra Enovas statistikk for 2011, som ansees å ha bedre datakvalitet for denne byggkategorien enn SSB 2008.



Figur 3.41 1 Gjennomsnittlig målt spesifikk energibruk i bygg innenfor sektoren lett industri og verksted i forskjellige statistikker, de røde prikkene viser antall observasjoner

### 3.12.2 Utvalgte bygg

Fem bygg innenfor lett industri og verksted er valgt ut for nærmere analyse. Dette er bygg som har gode måledata. Figur 3.42 viser spesifikk energibruk i de fem utvalgte byggene. Energibruken er steds- og temperaturkorrigert til Oslo klima og normalår.



Figur 3.42 Steds- og temperaturkorrigeret spesifikk forbruk for de fem utvalgte byggene

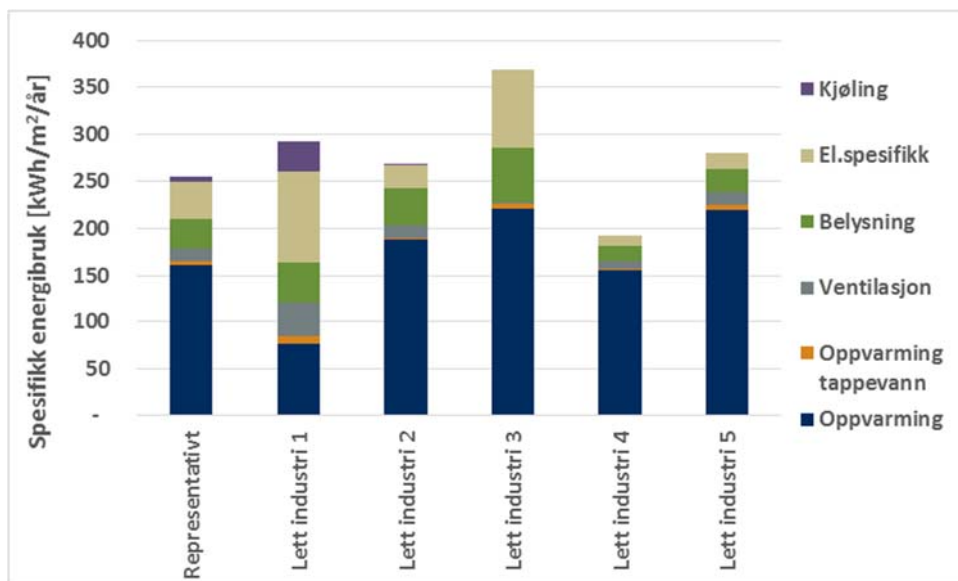
Det finnes kun 3 år med måledata for lett industri 1 og 5 i Entros database. Tabell 3.16 viser viktige egenskaper for de fem utvalgte byggene.

Tabell 3.16 Utvalgte bygg innenfor lett industri og verksted

	Lett industri 1	Lett industri 2	Lett industri 3	Lett industri 4	Lett industri 5
<b>Areal [m²]</b>	52 978	4 400	2 990	1 072	6 005
<b>Byggeår / Rehabilitering</b>	2009	2004	1924/1981	1911	1993
<b>Varmeforsyning</b>	Fjernvarme	El.kjel	Oljekjel	Fjernvarme	Fjernvarme
<b>Kjøling</b>	Ja	Ventilasjon til kontoret	Nei	Nei	Nei
<b>Type bygg</b>	Terminalbygg	Lagerbygg	Verksted	Verksted	Verksted

### 3.12.3 Formålsdelt energibruk

Figur 3.43 viser formålsdelt energibruk i de fem utvalgte byggene innenfor lett industri og verksted, samt beregnet formålsdelt energibruk for et representativt bygg. Se kapittel 3.1.3 for en gjennomgang av hvordan representativt formålsdelt energibruk beregnes.



Figur 3.43 Formålsdelt energibruk i de fem utvalgte byggene innenfor lett industri og verksted

Lett industri 1 er veldig godt instrumentert med tanke på energimålere. Her er det høy grad av automatisert arbeid med stor maskinpark. Posten «el.spesifikk» inneholder all energibruk til drift av maskinparken. Bygget skiller seg fra de andre i utvalget fordi den har høy grad av automatisering, noe som gjenspeiles i posten «el.spesifik». Arbeidstid med tre vakt varer over hele døgnet.

Lett industri 2 er lite automatisert. Flytting av varer foregår med truck, og posten «el.spesifikk» inneholder blant annet lading av truck. Bygget er i drift 19 timer om dagen fra mandag til lørdag, og da står belysningen på, i form av T5-lysrør. Bygget har ikke kantine, men to garderober med dusjer som er lite i bruke. Det har også et lite kontorareal med egen kjøling av ventilasjonsluften.

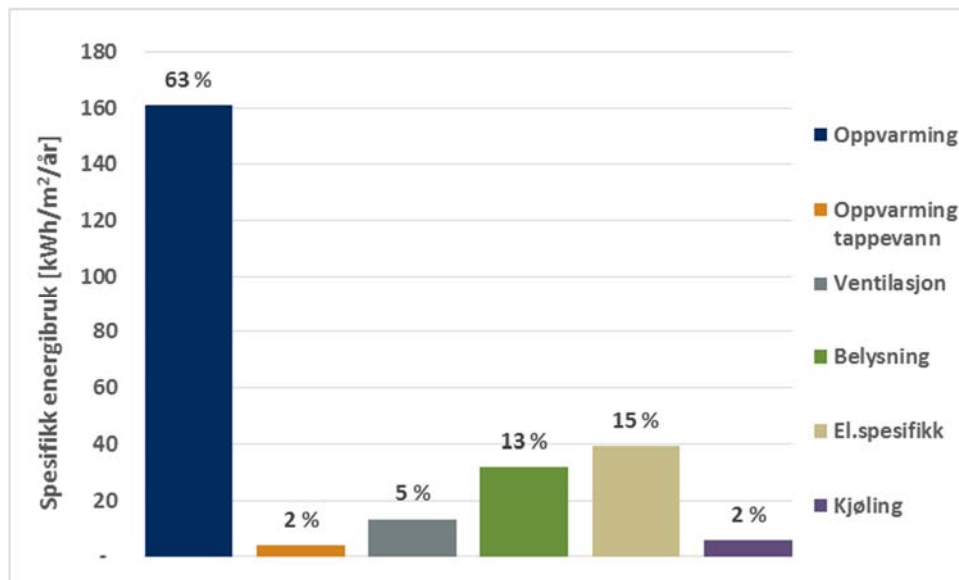
Lett industri 3 er fra 1924 og ble rehabilitert i 1981. Bygget har ikke balansert ventilasjon, kun takvifter som sørger for noe luftsirkulasjon. Disse er alltid i drift. Det er høyt under taket (minst 5 meter), og det store volumet gjør at bygget behøver mye energi til oppvarming. Verkstedet har døgnskategorisk drift hele året og belysning er i bruk døgnskategorisk. I taket er det montert eldre lysarmaturer med 22 stk. glødelamper à 500 W, dvs. 11 kW som alltid er på og utgjør litt over 96 000 kWh per år. Gravbelysning på bakkenivå består av T5-lysrør. Drift til sirkulasjonspumper og trykkluftkompressorer inngår i posten «el.spesifikk».

Lett industri 4 er et verkstedbygg fra 1911. Bygget har balansert ventilasjon, men anlegget brukes kun én time tidlig på morgen fordi den roterende varmegjenvinner sprer forurensing og lukt fra verkstedet til garderobe, kontor og spiserom, slik at de ansatte trives bedre når ventilasjonsanlegget er avslått på dagtid. Bygget er i drift fra kl.06 til kl.15 mandag til fredag, og har dermed kortest driftstid av de fem byggene i utvalget.

Lett industri 5 er et verkstedbygg fra 1993 med balansert ventilasjon. Bygget har døgnskategorisk drift hele året.



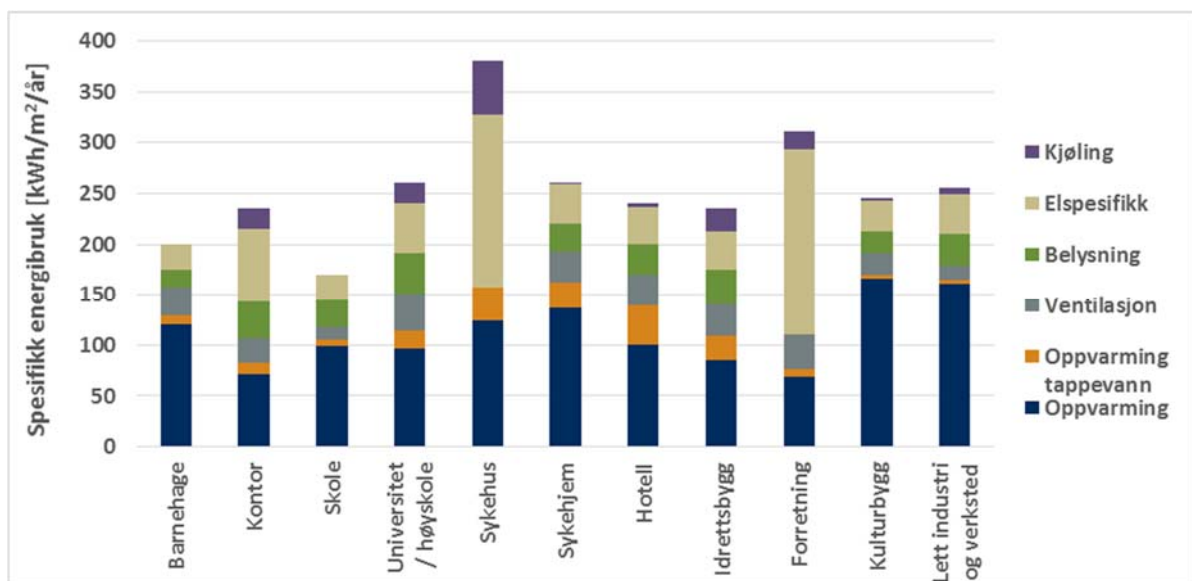
Formålsdelt energibruk for lett industribygg, beregnet med utgangspunkt i de fem utvalgte byggene og antatt representativt forbruk, er vist i Figur 3.44.



Figur 3.44 Representativt formålsdelt energibruk i lett industri- og verkstedbygg

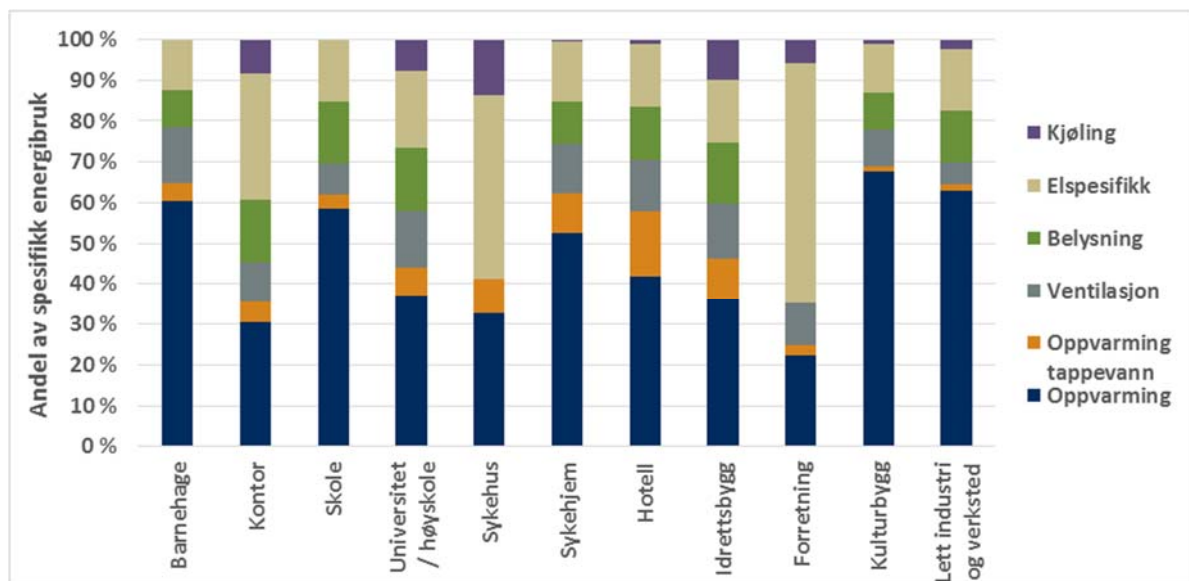
## 4 Sammenstilling av energibruk i yrkesbygg

I Figur 4.1 er spesifikk formålsdelt energibruk i yrkesbyggene sammenstilt. Her kommer det frem at sykehusene har klart høyest spesifikk energibruk. Sykehusene og forretningsbyggene er de kategoriene som bruker mest energi til el.spesifikke formål og belysning. For disse bygningskategoriene er postene «el.spesifikk» og «belysning» slått sammen. Figuren viser at skolene har lavest spesifikk energibruk, noe som sannsynligvis skyldes at disse byggene er ute av bruk flere uker året. Ikke uventet er det hoteller som bruker mest energi til oppvarming av tappevann pr areal.



Figur 4.1 formålsdelt spesifikk energibruk i yrkesbygg. For byggkategoriene sykehus og forretning inneholder posten «el.spesifikk» også energibruk til belysning.

Figur 4.2 viser formålsdelingen i prosent for hver av bygningskategoriene. Barnehager, kulturbygg og lett industri og verksted er de bygningskategoriene som bruker størst andel energi til oppvarming av byggene. Alle bygningskategoriene med unntak av barnehager og skoler bruker energi til kjøling, i større og mindre grad. Sykehus, idrettsbygg, kontor og forretninger har størst andel på denne posten. For de bygningskategoriene der belysning er skilt ut som en egen post, utgjør denne mellom 9 % og 15 % av total energibruk.



**Figur 4.2 Prosentvis formålsdelt energibruk i yrkesbygg. For byggkategoriene sykehus og forretning inneholder posten «el.spesifikk» også energibruk til belysning**

Basert på den spesifikke energibruken for hver bygningskategori som er presentert i kapittel 3 og antatt areal for de samme bygningskategoriene, kan man gjøre et overslag for total energibruk i yrkesbygg i Norge. I denne sammenhengen understrekes det at det er betydelig usikkerhet knyttet til disse estimatene, både når det gjelder spesifikk energibruk og utbygd areal innenfor hver bygningskategori.

Det finnes ingen fullstendig statistikk over utbygd areal innenfor yrkesbygg. I denne beregningen tas det derfor utgangspunkt i Multiconsults anslag for areal innenfor hver byggtipe (Multiconsult, 2012). For å estimere arealet for 2015 er det gjort antagelser om hvor mye som blir revet og bygget nytt innenfor hver bygningskategori. Dette avhenger av bygningsmassens alderssamesetning og befolkningsutviklingen.

Arealene for de ulike bygningskategoriene er vist i Tabell 4.1.

Tabell 4.1 Beregnet areal for yrkesbygg [m²]

Byggkategori	Estimert areal for 2015 [m²]	Estimert areal for 2010 [m²] (Multiconsult, 2012)
Barnehage	1 356 420	1 275 239
Kontor	28 473 865	26 769 695
Skole	14 768 570	13 884 665
Universitet/høgskole	2 595 589	2 440 244
Sykehus	5 055 577	4 753 000
Sykehjem	5 547 624	5 215 597
Hotell	6 078 306	5 714 518
Idrettsbygg	2 471 072	2 323 323
Forretningsbygg	32 312 469	30 378 558
Kulturbygg	3 083 911	2 899 338
Lett industri/verksted	33 622 703	29 328 483

Formålsdelt spesifikk energibruk for de aktuelle bygningskategoriene er vist i Tabell 4.2.

**Tabell 4.2 Formålsdelt spesifikk energibruk for hver byggkategori [kWh/m<sup>2</sup>/år]**

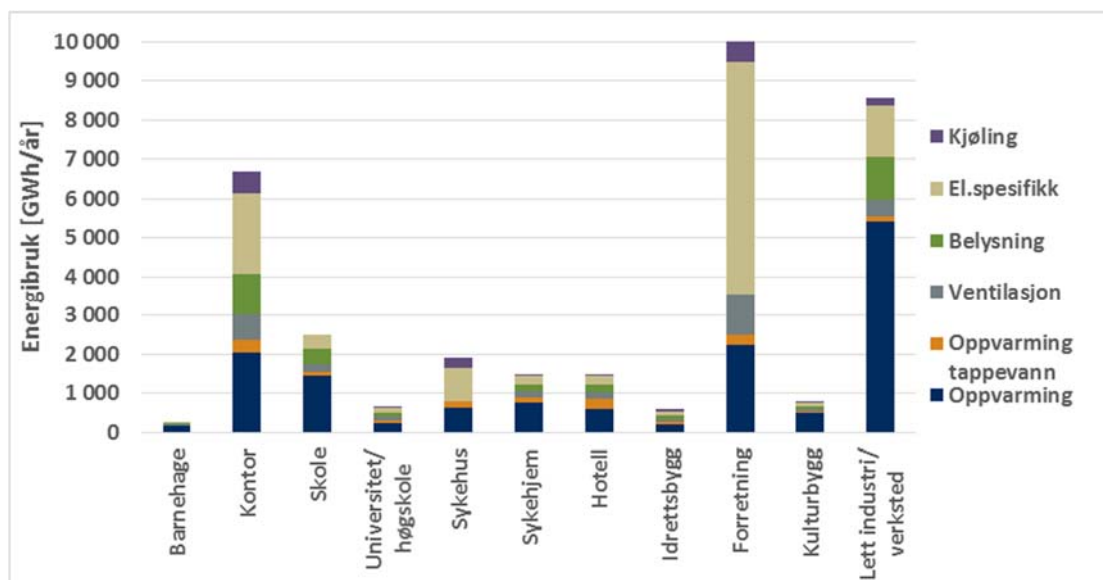
Byggkategori	Opp- varming	Tappe- vann	Ventila- sjon	Belys- ning	El- spesifikk	Kjøling	Totalt
<b>Barnehage</b>	121	9	27	18	25	0	200
<b>Kontor</b>	72	11	23	37	72	20	235
<b>Skole</b>	99	6	13	26	26	0	170
<b>Universitet/ høgskole</b>	96	18	36	40	49	20	260
<b>Sykehus</b>	125	32	0	0	171	52	380
<b>Sykehjem</b>	136	26	31	27	39	1	260
<b>Hotell</b>	101	39	30	30	37	3	240
<b>Idrettsbygg</b>	85	24	32	35	37	23	235
<b>Forretning</b>	71	8	35		187	19	320
<b>Kulturbygg</b>	166	3	21	22	30	3	245
<b>Lett industri/ verksted</b>	161	4	13	32	39	6	255

Resultatet av å multiplisere arealene i Tabell 4.1 med spesifikk formålsdelt energibruk i Tabell 4.2 er presentert i Tabell 4.3 og Figur 4.3. Det understrekes at dette er et estimat, basert på estimerte tall for både areal og spesifikk energibruk, som begge er usikre. Samlet energibruk i yrkesbygg som det er beregnet her ligger på omtrent 35 TWh/år. Dette er 1 TWh/år lavere enn statistikken for energibruk i yrkesbygg. Årsaken til avviket er sannsynligvis sammensatt, og kan skyldes både for lave arealtall, for lav eller spesifikk energibruk for enkelte bygningskategorier, at ikke alle typer bygg er fullt representert i denne analysen. Dette gjelder spesielt bygninger innenfor bygg og anlegg og bygninger innenfor primærnæringene. Selv om det totale avviket mellom beregnet energibruk og statistikk er relativt lite, kan det være større avvik innenfor byggkategoriene, som utjevner hverandre ved summering.

Forretningsbygg er den kategorien som totalt bruker mest energi. Dette er ikke uventet, da dette er byggkategorien med mest areal og nest høyest spesifikk energibruk. Lett industri og verksted har nesten like mye areal som forretninger, og bruker derfor også mye energi. Dette er den kategorien som bruker klart mest energi til oppvarming totalt for byggkategorien.

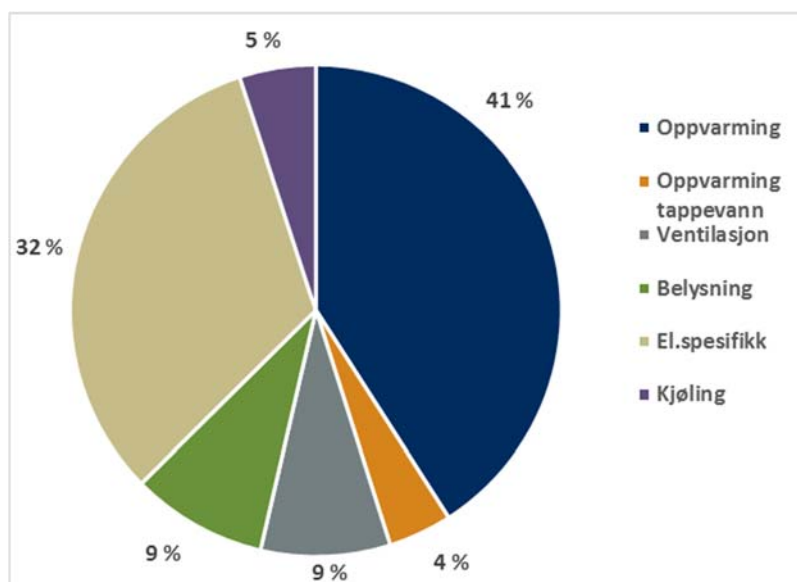
Tabell 4.3 Total og formålsdelt energibruk for hver byggkategori [GWh/år]

Byggkategori	Oppvarming	Tappevann	Ventilasjon	Belysning	El.-spesifikk	Kjøling	Totalt
Barnehage	164	12	37	24	34	0	271
Kontor	2 050	313	655	1 054	2 050	569	6 691
Skole	1 462	89	192	384	384	0	2 511
Universitet/høgskole	249	47	93	104	127	52	675
Sykehus	632	162	0	0	865	263	1 921
Sykehjem	754	144	172	150	216	6	1 442
Hotell	614	237	182	182	225	18	1 459
Idrettsbygg	210	59	79	86	91	57	581
Forretning	2 230	258	1 066	0	5 913	582	10 049
Kulturbygg	512	9	65	68	93	9	756
Lett industri/verksted	5 413	134	437	1 076	1 311	202	8 574
<b>Totalt</b>	<b>14 291</b>	<b>1 465</b>	<b>2 979</b>	<b>3 128</b>	<b>11 309</b>	<b>1 758</b>	<b>34 930</b>



Figur 4.3 Total formålsdelt energibruk for hver byggkategori [GWh/år]

Dersom man legger sammen den beregnede formålsdelte energibruken for hele bygningsmassen innenfor yrkesbygg, kommer man fram til formålsdelingen som er vist i Figur 4.4. Energibruk til oppvarming av byggene er den største posten. «el.spesifikk» er den nest største posten, men denne inneholder energibruk til belysning i forretninger og sykehus.



Figur 4.4 Samlet formålsdelt energibruk i yrkesbygg

Energibruken i yrkesbygg varierer med utetemperaturen, og det er kun energibruk til oppvarming av byggene som påvirkes av denne. Når man skal temperaturkorrigere forbruket til et normalår, er det viktig å vite hvor stor andel av energibruken som går til oppvarming. Denne energibruken kalles derfor den temperaturavhengige andelen av energibruk.

**Tabell 4.4 Temperaturavhengig andel av energibruken funnet i denne analysen og i Enovas byggstatistikk**

Byggkategori	Temperaturavhengig andel i denne analysen	Temperaturavhengig andel Enovas byggstatistikk (Enova, 2014)
<b>Barnehage</b>	0,61	0,6
<b>Kontor</b>	0,31	0,4
<b>Skole</b>	0,59	0,6
<b>Universitet/høgskole</b>	0,37	0,6
<b>Sykehus</b>	0,33	0,4
<b>Sykehjem</b>	0,52	0,4
<b>Hotell</b>	0,42	0,2
<b>Idrettsbygg</b>	0,36	0,6
<b>Forretning</b>	0,22	0,25
<b>Kulturbygning</b>	0,68	0,6
<b>Lett industri/verksted</b>	0,63	0,4 / 0,7*

\* 0,4 for industribygg og 0,7 for lagerbygg

Sammenstillingen i Tabell 4.4 viser at temperaturavhengig andel som kommer frem i denne studien for bygningskategoriene barnehage, skole og forretningsbygg er omtrent like store som det Enova presenterer i sin bygningsstatistikk (Enova, 2014). For kategoriene kontor, universitet/høgskole, sykehus og idrettsbygg ligger andelene som fremkommer i denne studien en del under tallene fra Enova, og for kategoriene sykehjem, hotell og kulturbygg ligger Enova sine tall over tallene fra denne studien. For kategorien lett industri/verksted er det vanskeligere å sammenligne, da Enova har delt denne kategorien i to bygningstyper som har ganske forskjellige temperaturavhengige andeler.



## 5 Referanser

- Aasen, R. E. (2013). *Vurdering og utnyttelse av spillvarme i sykehus generert fra kjølemaskiner: Potensialet ved spillvarmeutnyttelse på Akutten og Hjerte-lungesenteret, St Olavs Hospital*. Trondheim: NTNU.
- Abrahamsen, A., Bergh, M., & Fedoryshyn, N. (2013). *Energibruk i bygninger for tjenesteytende virksomhet 2011*. Oslo: SSB.
- Bergh, M., & Abrahamsen, A. (2011). *Energibruk i bygninger for tjenesteytende virksomhet. 2008*. Oslo: SSB.
- Enova. (2012). *Enovas Byggstatistikk 2011*. Trondheim: Enova.
- Enova. (2013). *Enovas Byggstatistikk 2012*. Trondheim: Enova.
- Enova. (2014). *Enovas Byggstatistikk 2013*. Trondheim: Enova .
- Kartverket. (2014). *Føringsinstruks for matrikkelen, versjon 3.2*. Hentet fra Kartverket: <http://kartverket.no/globalassets/matrikkel/veiledning/f-instruks/foeringsinstruks-matrikkelen.pdf>
- Martinez, R., Rohde, T., Kallmyr, K., Horne, D., Høstvang Melby, N., Vårdal, J., . . . Harsem, T. (2011). *Energibruk i sykehus, status over energikrevende funksjonskrav og faktisk forbruk knyttet til bygg og utstyr og muligheter for energieffektivisering*. Oslo: Norges Forskningsråd.
- Multiconsult. (2012). *Potensial- og barrierestudie. Energieffektivisering i norske yrkesbygg*. Trondheim: Enova.
- Multiconsult AS, Analyse & Strategi AS og Entro AS. (2014). *Analyse av energibruk i undervisningsbygg. Formålsdeling. Trender og drivere*. Oslo: NVE.
- Multiconsult AS, Analyse & Strategi og Entro AS. (2014). *Analyse av energibruk i forretningsbygg. Formålsdeling. Trender og drivere*. Oslo: NVE.
- Norges forskningsråd. (2012, 11 07). *Sykehus på lavenergi*. Hentet fra Forskningsrådet: [http://www.forskningsradet.no/prognnett-renergi/Nyheter/Sykehus\\_pa\\_lavenergi/1253966160273?lang=no](http://www.forskningsradet.no/prognnett-renergi/Nyheter/Sykehus_pa_lavenergi/1253966160273?lang=no)
- Standard Norge. (2013). *Norsk Standard NS 3457-3:2013 Klassifisering av byggverk - Del 3 Bygnignstuper*. Oslo: Standard Norge.
- Standard Norge. (2014). *Norsk Standard NS3031:2014 Beregning av bygningers energiytelse. Metode og data*. Oslo: Standard Norge.
- Statsbygg. (2014). *Energirapport 2012, Energiforbruk i Statsbyggs bygninger*. Oslo: Statsbygg.
- Statsbygg. (2014a). *Statsbygg Energirapport 2012 Energiforbruk i Statsbyggs bygninger*. Oslo: Statsbygg.
- Thema Consulting Group og COWI. (2013). *Energibruk i kontorbygg. Trender og drivere*. . Oslo: NVE.



Norges  
vassdrags- og  
energidirektorat

Norges vassdrags- og energidirektorat

Middelthunsgate 29  
Postboks 5091 Majorstuen  
0301 Oslo

Telefon: 09575  
Internett: [www.nve.no](http://www.nve.no)