



# Analyse av energibruk i undervisningsbygg

Formålsdeling. Trender og drivere.

75  
2014



R  
A  
P  
P  
O  
R  
T

# **Analyse av energibruk i undervisningsbygg**

Formålsdeling. Trender og drivere.

## Rapport nr 75

# Analyse av energibruk i undervisningsbygg

**Utgitt av:** Norges vassdrags- og energidirektorat  
**Redaktør:** Benedicte Langseth  
**Forfatter:** Multiconsult AS, Analyse & Strategi AS og Entro AS

**Trykk:** NVEs hustrykkeri  
**Opplag:** Kun digitalt  
**Forsidefoto:** Maria Aavatsmark

**ISBN-nr.** 978-82-410-1026-2

**Sammendrag:** Rapporten presenterer formålsdelt energibruk for byggtypene barnehage, skole og universitets- høyskolebygg. I tillegg diskuteres drivere for energibruk i undervisningsbygg. Her har man delt inn i drivere som påvirker arealutviklingen for undervisningsbygg og drivere som påvirker spesifikk energibruk (kWh/m<sup>2</sup> pr år) i bygningsmassen generelt og undervisningsbygg spesielt.

**Emneord:** Energibruk undervisningsbygg, formålsdeling, trender, drivere

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)

Oktober 2014

# Forord

Norges vassdrags- og energidirektorat har ansvaret for å holde oversikt over utvikling i den stasjonære energibruken i Norge. Dette innebærer at vi skal kunne beskrive endringer i forbruket innenfor de ulike sektorene, inkludert yrkesbygg. For å kunne gjøre dette trengs det 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.

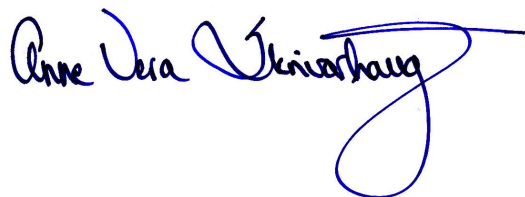
Denne rapporten oppsummerer resultatene fra et prosjekt Multiconsult AS, Analyse & Strategi og Entro AS har gjennomført på oppdrag fra NVE for å øke denne kunnskapen, med fokus på undervisningsbygg, det vil si barnehager, skoler og universitets- og høyskolebygg.

Multiconsult AS, Analyse & Strategi AS og Entro AS er ansvarlig for innholdet i rapporten.

NVE ønsker å takke Multiconsult AS, Analyse & Strategi AS og Entro AS for et godt samarbeid gjennom prosjektet.

Oslo, november 2014

Anne Vera Skrivarhaug  
avdelingsdirektør



Olav Karstad Isachsen  
seksjonssjef





# Multiconsult

## Analyse & Strategi

Del av MULTICONSULT



entro

## Analyse av energibruk i undervisningsbygg

Formålsdeling. Trender og drivere.

På oppdrag for NVE

2014

## Forord

Denne rapporten er utarbeidet av Multiconsult AS med underkonsulenter Analyse & Strategi og Entro AS på oppdrag for Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE).

Følgende fagpersoner har deltatt:

Multiconsult:	Trond Ivar Bøhn (prosjektleder)
Analyse & Strategi:	Eline Holljen, Fredrik Dehlin
Entro:	Catherine Grini

Arbeidet og denne rapporten er gjort i perioden april til september 2014.

Vi ønsker å takke alle foretak som har gitt prosjektet tillatelse til å bruke deres måledata: Statsbygg, Bærum, Lørenskog, Ski, Grue, Kristiansand og Trondheim kommune, Avantor Eiendomsforvaltning AS, Undervisningsbygg Oslo KF, NSB Eiendom og Entra.

Oslo, 1.oktober 2014

Multiconsult AS



Trond Ivar Bøhn

## Innholdsfortegnelse

Forord.....	2
Sammendrag.....	4
1. Innledning.....	11
1.1 Bakgrunn og formål.....	11
1.2 Omfang.....	11
2. Metode.....	12
2.1 Litteratursøk og dokumentstudie.....	12
2.2 Statistiske analyser.....	12
2.3 Dybdeintervjuer.....	13
3. Areal i undervisningsbygg.....	14
3.1 Arealstatistikk fra Potensial- og barrierestudien.....	14
3.2 Arealstatistikk fra Statistisk sentralbyrå.....	15
3.3 Arealstatistikk fra DBH.....	20
3.4 Oppsummering arealstatistikk.....	21
4. Energibruk i undervisningsbygg.....	23
4.1 Barnehager.....	23
4.2 Skolebygg.....	35
4.3 Universitet- og høyskolebygg.....	47
4.4 Sammenligning formålsdelt energibruk i ulike typer undervisningsbygg.....	58
5. Samlet energibruk i undervisningsbygg.....	59
6. Trender og drivere for energibruk i undervisningsbygg.....	61
6.1 Drivere og trender som påvirker arealutviklingen.....	61
6.2 Trender og drivere som påvirker spesifikt energibruk.....	73
6.3 Intervjuer.....	79
6.4 Oppsummering.....	84
Litteraturliste.....	87
Vedlegg A – Kategorisering av bygningstyper i NS 3457-3:2013.....	89
Vedlegg B – Eksisterende nasjonale databaser brukt i kartleggingen av spesifikt energibruk i undervisningsbygg.....	90
Vedlegg C – Utdypende informasjon om areal i undervisningsbygg.....	95
Vedlegg D – Målt spesifikk forbruk.....	101
Vedlegg E – Formålsdeling av energibruken.....	103
Vedlegg F – Beregnet formålsdelt energibruk basert på byggteknisk forskrift.....	105
Vedlegg G – Utvalg for kartlegging av formålsdelt energibruk.....	109
Vedlegg H – Utfyllende fremstilling av resultater.....	110
Vedlegg I – Utskrift fra analyse – Barnehager.....	111
Vedlegg J – Utskrift fra analyse – Skoler.....	112

## Sammendrag

### Bakgrunn

NVE har ansvaret 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, inkludert yrkesbygg. For å kunne gjøre dette har NVE behov for mer kunnskap om hvordan yrkesbygg bruker energi i dag og hvordan de vil bruke energi fremover. Dette innebærer at NVE både må bygge opp bedre statistikk og kjenne hvilke faktorer som påvirker energibruken.

Dette prosjektet fokuserer på energibruk i undervisningsbygg.

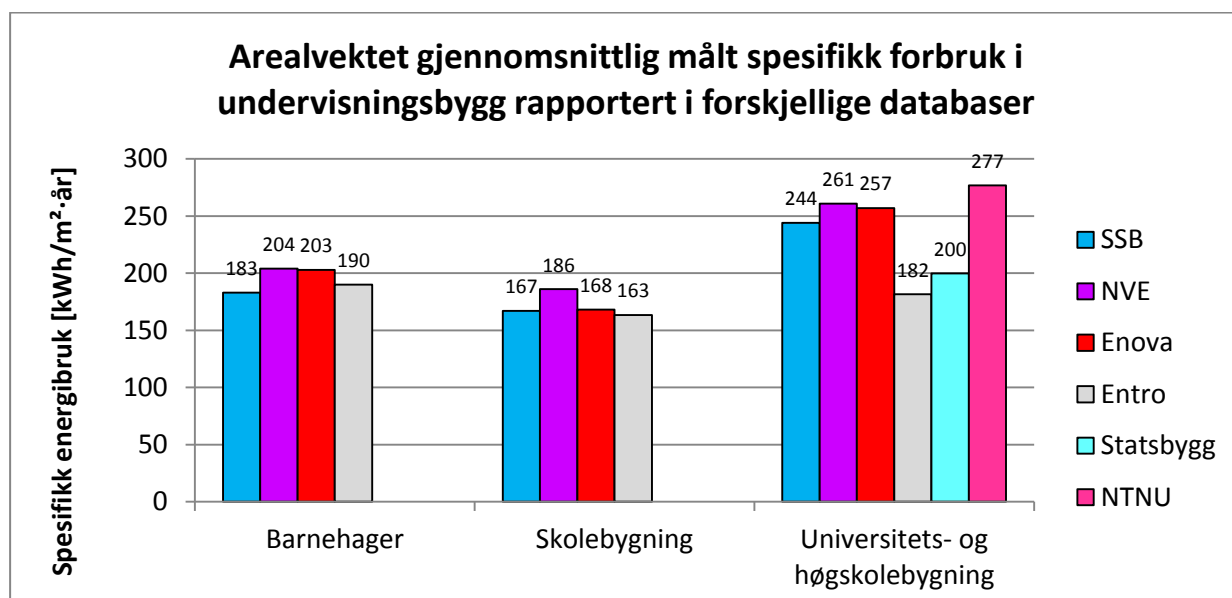
### Prosjektet dekker bygningstypene:

- Barnehage
- Skolebygning
- Universitets- og høyskolebygning

Bygningstypene i dette prosjektet er definert av NVE. De samsvarer med bygningskategoriene definert i NS 3031 og som blant annet brukes i energimerkeordningen for bygninger. I matrikkelen er imidlertid barnehage en undergruppe til skolebygning.

### Spesifikk energibruk

Spesifikk energibruk er benevnelsen som brukes oftest når energieffektivitet til et bygg omtales. Prosjektet har kartlagt informasjon om energibruk i undervisningsbygg som var tilgjengelig i forskjellige databaser (SSB, NVE, Enova, Entro, Statsbygg, NTNU). Arealvektet gjennomsnittlig målt spesifikk forbruk rapportert i de forskjellige kildene er oppsummert i figuren nedenfor.



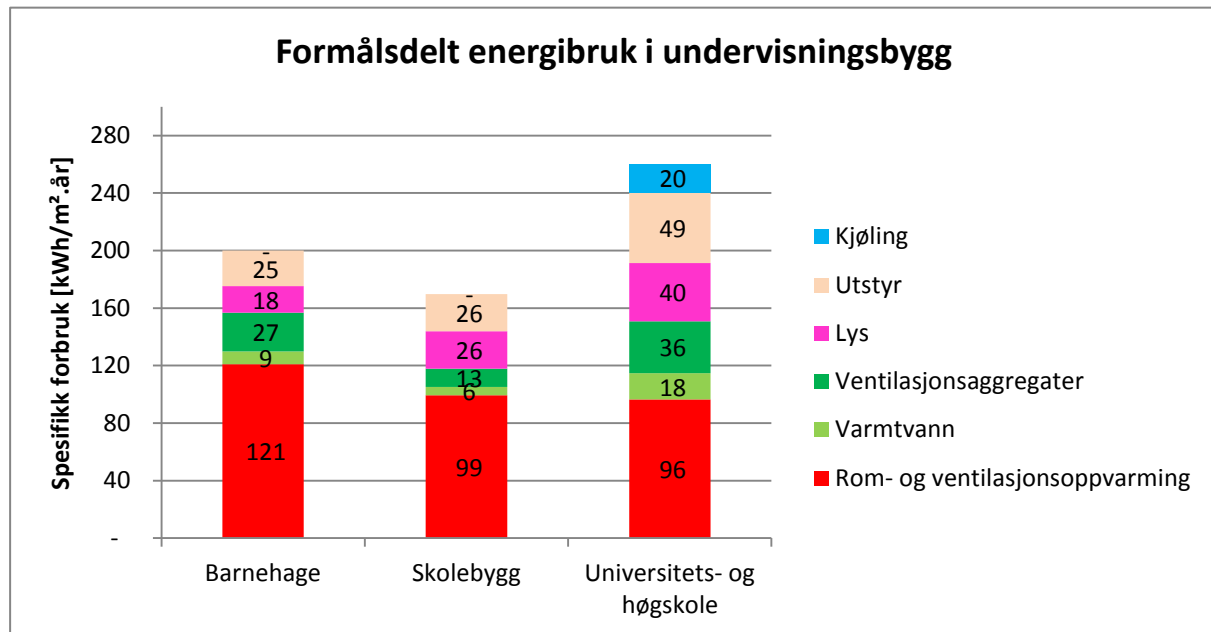
Gjennomsnittlig spesifikk energibruk (kjøpt energi) antas å være:

- 200 kWh/m<sup>2</sup>·år i barnehager
- 170 kWh/m<sup>2</sup>·år i skolebygg
- 260 kWh/m<sup>2</sup>·år i universitets- og høyskolebygg



## Formålsdelt energibruk

Et av hovedmålene med prosjektet har vært å finne formålsdelt energibruk på de tre typene undervisningsbygg. Dette er gjort ved å analysere faktiske målte energibruksdata for minst 5 bygg av hver type. Entro og Multiconsult fikk tillatelse fra flere aktører for å bruke deres forbruksdata i oppdraget. Detaljeringsnivået ønskelig samsvarer ikke med detaljeringsnivået som er tilgjengelig i de best instrumenterte undervisningsbyggene. Målerdata har blitt supplert med kartlegging av installert effekt og driftstider, i tillegg til dialog med driftere av byggene. Denne kartleggingen, koblet mot analyse av lastprofiler/timeverdier, tillater en begrunnet formålsdeling av målerdata. Varmeforbruk har blitt steds- og temperaturkorrigert. Resultatet er oppsummert i figuren nedenfor.



Sammenligningen viser følgende:

- Barnehager har høyere spesifikk energibruk enn skolebygg. Viktige årsaker er lengre brukstid, høyere innetemperatur og dårligere formfaktor. Universitets- og høyskolebygg har størst spesifikk energiforbruk. Viktig årsak er serverparker/datarom og kjølebehov.
- Rom- og ventilasjonsvarme varierer noe, den er størst i barnehager og minst i universitets- og høyskolebygg. Denne posten utgjør over halvparten av den totale energibruken i barnehager og skolebygg men kun en tredjedel av totalen i universitets- og høyskolebygg.
- Varmtvannsforbruket er størst i universitets- og høyskolebygg. Dette har trolig en sammenheng med antall brukere i bygget og lengre åpningstider. Dessuten har universitets- og høyskolebygg som regel flere serveringssteder, både i form av kantine og kafeer.
- Skoler bruker minst energi til drift av ventilasjonsaggregater.
- Belysning og utstyr opptar en større del av energibudsjettet i universitets- og høyskolebygg enn i barnehager og skoler. Det skyldes blant annet betydelige serverparker / datarom.
- Av de tre typene undervisningsbygg er det kun universitets- og høyskolebygg som bruker energi til kjøling.

Spesielt for barnehager:

- Oppvarming er klart største energipost. Medvirkende årsak til størst oppvarmingsbehov blant undervisningsbyggene er at barnehager har høy romtemperatur for at småbarn ikke skal fryse.
- De aller fleste barnehagene (91 %) bruker elektriske panelovner og varmekabler til oppvarming.
- Flertallet av barnehager har balansert ventilasjon.

- Energiposten utstyr omfatter i hovedsak energibruk til hvitevarer. Kjøleskap og fryser er kontinuerlig i bruk og utgjør mesteparten av denne posten.
- Energi til belysning er ganske beskjedent, ca. 9 % av den totale energibruken. Eldre lysarmaturer og lyskilder er byttet ut til fordel for energieffektivt utstyr (T5). Ansatte er dessuten flinke til å slå av lyset etter endt arbeidstid og i rom som ikke er i bruk.
- Kjøling benyttes ikke i barnehager.
- Barnehager er i snitt i bruk 10 timer hver dag i 5 ukedager. I løpet av et år er det få dager utenom helg der barnehagene holder helt stengt. Hovedregelen ser ut til å være 2-3 uker sommerferie i tillegg til fridager.

Spesielt for skolebygninger:

- Oppvarming er klart største energipost.
- Energibruk til ventilasjonsaggregater er overraskende liten. I de 7 skolebyggene som er med i utvalget følger driften av ventilasjonsanleggene godt med bruken av bygget. Som regel er anleggene i drift i 10 timer i 5 ukedager i 40 uker i året. I helgene, fridager og ved skoleferier stoppes ventilasjonsanleggene.
- Energibruk til belysning er moderat, ca. 15 % av den totale energibruken. De fleste skolebygg i dag har energieffektive lyskilder. Og det er vanlig å benytte sparepærer i eldre lysarmaturer.
- Kjøling benyttes som hovedregel ikke i skoler.

Spesielt for universitets- og høyskolebygning

- Oppvarming er største energipost, men utgjør en mindre del av totalen ift. øvrige undervisningsbygg.
- 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 også synes i kontorbygg, og som kommer av IT-driften.

### Trender og drivere for energibruk i undervisningsbygg

En del av oppdraget har vært å kartlegge hvilke trender og drivere som påvirker energibruken i undervisningsbygg. I kartleggingen har vi gjennomført en dokumentstudie, samt at vi har gjennomført intervjuer med relevante eiendomsaktører og barnehage- og skoleplanleggere. Dokumentstudien er brukt for å skissere antakelser/teorier for trender og drivere som har påvirket energibruken i undervisningsbygg historisk sett, samt hvordan vi kan forvente den fremtidige utviklingen å være. Formålet med intervjuene var å få bekreftet eller avkreftet de antagelsene som har kommet til syne gjennom dokumentstudien og analyse av energibruk i undervisningsbygg.

I dokumentstudien er det tatt utgangspunkt i en modell med todelt inndeling av drivere, henholdsvis etter påvirkning på arealutviklingen og etter påvirkning på spesifikk energibruk i undervisningsbygg, da det er disse to indikatorene som sammen gir utviklingen for samlet energibruk i undervisningsbygg. Mange trender og drivere er like på tvers av bygningskategorier. I studien er det fokusert på de trender og drivere som er spesifikke for undervisningsbygg.

Det som er spesielt med undervisningsbygg er at arealutviklingen er tett korrelert med befolkningsutviklingen i Norge. Det er likevel også andre faktorer som kan spille inn på etterspørselen etter barnehage-, skole- eller studieplasser. Barnehageloven som åpnet opp for at alle skulle ha rett til barnehageplass førte til en økning i antall barnehager fra midten av 2000-tallet og påvirket således arealutviklingen.

Størrelsen på og antallet barnehager og skoler har endret seg de senere årene. Byggene har blitt færre, mens størrelsen på byggene har økt. For barnehager er det nasjonale veiledere for antall barn per kvadratmeter, mens det for skole ikke foreligger slike krav. Flere og flere kommuner har likevel egne areal- og funksjonsprogram som sier noe om anbefalt størrelse og innhold på fremtidige skolebygg. Større bygg har normalt et lavere spesifikt energiforbruk enn mindre bygg, gitt at alt annet er likt. Derfor gir større og færre bygg et lavere energiforbruk samlet sett. Når det også bygges mer arealeffektivt, betyr det at barnehagen og skoler ikke bygges større enn nødvendig. Mere arealeffektive bygg gir et lavere energiforbruk samlet sett, selv om det spesifikke energiforbruket på noen poster øker når man putter inn samme antall personer og utstyr på et mindre areal. Dette gir en indikasjon på at forskrifter og strengere krav til utforming av undervisningsbygg kan føre til et lavere spesifikt energiforbruk i fremtiden.

Dagens barnehager og skoler blir ikke bare brukt til undervisning. Flere og flere barnehager og skoler blir leid ut til privat bruk eller til idrettslag og andre formål etter stengetid. Økt åpningstid har en direkte påvirkning på energibruken, da ventilasjon, belysning osv. får en lengre driftstid. Statistikk over åpningstider for barnehager viser også at det er en betydelig andel av dagens barnehager som er åpne 10 timer eller lengre per dag. I dagens samfunn jobber flere og flere skift og med kvelds- og søndagsåpne butikker kan det bli behov for at eksempelvis barnehager må holde åpent også på kvelds- og nattestid i fremtiden, noe som vil kunne gi en økning i driftstid og dermed energibruk.

De siste tiårene har det vært en markant økning i bruk av digitale verktøy i skolen. Egne datarom og dataromskjøling gir økt energiforbruk, i tillegg til at elever tar med egne PCer og annet elektronisk utstyr som skal lades. Det er ingenting som skulle tilsa at bruken av digitale verktøy skal synke i årene fremover. Det er vel heller en trend at tettheten av PCer bare vil øke, spesielt i barne- og ungdomsskolene. Økt bruk av IKT i skolen tyder på at energibruken i skolene vil øke i årene som kommer, dvs. at spesifikt energiforbruk øker for energiposten utstyr.

I løpet av august 2014 ble 5 eiendomsaktører og 3 barnehage- og skoleplanleggere intervjuet. Respondentene ble valgt ut slik at alle bygningskategorier ble dekket.

Tabellen under oppsummerer driverne for utvikling av areal, både historisk og fremover som intervjuene har avdekket. De viktigste driverne for arealutviklingen er følgelig befolkningsutviklingen, som henger tett sammen med lov om barnehageplass og plikt og rett til skolegang i Norge. Norge opplever stadig en befolkningsøkning som fører til et økt behov for undervisningsbygg, da vi blir flere mennesker. Befolkningsprognosene fra Statistisk sentralbyrå viser at tendensen er stigende selv om veksten er noe avtagende. Dermed er det også ventet et fortsatt økt behov for undervisningsbygg i årene som kommer.

### *Driverer som påvirker utviklingen av areal*

Driver	Historiske driver	Fremtidige driver	Forventet effekt på arealutviklingen	Viktighet
Befolkningsutvikling	Vekst	Vekst	Økning	Høy
Fysisk utforming av undervisningsbygg <sup>1</sup>	Vekst	Vekst	Usikkert	Middels
Lov om barnehageplass	Vekst	Vekst	Økning	Høy
Maksimalgrense for foreldrebetaling i barnehager	Uendret	Uendret	Uendret	Liten
Kontantstøtte	Uendret	Uendret	Uendret	Liten
Utdanningstilbøyelighet	Vekst	Vekst	Økning	Middels

<sup>1</sup> Med dette menes klasseromsinndeling osv. Ikke selve bygningskroppen. Det er ventet at det blir bygget større undervisningsbygg.

Tabellene under gir en oppsummering av drivere som påvirker spesifikt energiforbruk. De viktigste driverne for redusert energiforbruk er ifølge intervjuobjektene økt driftsfokus, strengere forskriftskrav samt energieffektiv belysning. Åpningstider er en ytre driver som vil føre til økt energibruk, fordi byggene er stadig lengre i drift.

*Drivere som påvirker utviklingen i spesifikt energiforbruk, spesifikt for undervisningsbygg*

Tema spesifikt for undervisningsbygg	Historisk utvikling	Historisk driver	Forventet utvikling	Fremtidig driver	Viktighet
IKT i skolen	Uendret	-	Økt forbruk	Mer IKT	Høy
Mat i barnehage og skole	Uendret	-	Økt forbruk	Økt matlaging, servering og oppbevaring	Liten
Åpningstider/driftstid	Økt forbruk	Lengre driftstid	Økt forbruk	Lengre driftstid	Høy
Studieretning i videregående skole	Økt forbruk	Mer yrkesfaglig	Redusert forbruk	Mer allmennfaglig	Liten

*Drivere som påvirker utviklingen i spesifikt energiforbruk, sammenfallende for andre bygningskategorier*

Tema sammenfallende for andre bygn.kategorier	Historisk utvikling	Historisk driver	Forventet utvikling	Fremtidig driver	Viktighet
Forskriftskrav	Redusert forbruk	Strengere myndighetskrav	Redusert forbruk	Strengere myndighetskrav	Meget høy
Energimerkeordningen, BREEAM	Begrenset reduksjon	Økt miljøbevissthet	Redusert forbruk	Økt miljøbevissthet	Høy
Drift	Redusert forbruk	Økt energi- og driftsfokus	Redusert forbruk	Økt energi- og driftsfokus	Meget høy
Større bygg	Liten reduksjon	Byggetrend større bygg	Redusert forbruk	Det bygges stadig større	Høy
Energipriser	Begrenset reduksjon	Noe økning i energipris bedrer lønnsomheten i ENØK	Usikkert	-	Liten
Temperaturutvikling	Usikkert	-	Redusert forbruk	Lavere oppvarmingsbehov	Liten

Drivere som påvirker de ulike energiposter

Energipost	Historisk utvikling	Historisk driver	Forventet utvikling	Fremtidig driver	Viktighet
Romoppvarming	Liten reduksjon	Byggeforskrifter, ENØK, endrede krav fra bruker om høyere romtemperatur	Redusert forbruk	Byggeforskrifter m/ bedre isolering og tettere bygg, enøk	Høy
Ventilasjonsvarme	Økt forbruk	Forskrifter og inneklimakrav, flere elever per kvadratmeter, frykt for roterende varmegjenninnere, lengre driftstid	Utflating og mulig liten reduksjon	Byggeforskrifter m/krav til behovsstyring og varmegjenvinning, ENØK, teknologiutvikling, (noe flere elever per kvadratmeter og lengre driftstid virker motsatt men veier ikke opp for reduksjonen)	Middels
Varmtvann	Liten reduksjon	Enøk	Uendret	-	Liten
Ventilasjons-aggregater	Økt forbruk	Forskrifter og inneklimakrav, flere elever per kvadratmeter, lengre driftstid	Utflating og mulig liten reduksjon	Byggeforskrifter m/krav til behovsstyring og SFP, ENØK, teknologiutvikling, (noe flere elever per kvadratmeter og lengre driftstid virker motsatt men veier ikke opp for reduksjonen)	Middels
Pumper	Ingen/liten endring	-	Redusert forbruk	Enøk	Liten
Belysning	Redusert forbruk	ENØK, teknologiutvikling, (lengre driftstid har virket motsatt men ikke veiet opp for reduksjonen)	Redusert forbruk	Byggeforskrifter, enøk, teknologiutvikling (LED), (noe lengre driftstid virker motsatt men veier ikke opp for reduksjonen)	Høy
Teknisk utstyr	Uendret for barnehage, økt forbruk for skole og univ/høgsk.	Mer utstyr i byggene, IKT	Økt forbruk	Mer utstyr i byggene, IKT og dataromskjøling	Høy
Klimakjøling	Uendret for barnehage og skole, økt for univ/høgsk.	For univ/høgskole: Strengere krav til inneklimate og komfort, større internlast (IKT)	Økt forbruk for skole, uendret for barnehage og univ/høgsk.	For skole: Større internlast (IKT)	Liten

Den generelle oppfatningen blant respondentene er at det spesifikke energiforbruket har gått ned de siste årene, til tross for at det har kommet flere energidrivere som eksempelvis mer utstyr. Hovedårsaken til redueringen er økt fokus på energioppfølging i form av økt fokus på drift og innføring av SD-anlegg. Det er også nevnt flere steder at oppføring av nyere bygg i porteføljen har ført til redusert spesifikt forbruk.

Spesielt har fokuset vært rettet mot å få redusert varmekonsumet, som også er den største formålsposten. Ved rehabiliteringer har fokuset vært på energieffektive løsninger, flere av undervisningsbyggene har fått LED-belysning og nye installasjoner. Flere av respondentene har igangsatt kompetanseheving blant vaktmestere og driftsledere med kurs og oppfølging. Effekten på kort sikt av slike tiltak har vist seg å være svært gode, men motivasjonen synker etter hvert som tiden går. Det poengteres derfor at slike tiltak må følges opp jevnlig slik at driftsfokuset holdes oppe. Flere av intervjuobjektene nevner at de har fastsatte mål om redusert energibruk og at det har gjort at reduksjonen har vært betydelig de siste 10-15 årene, men at det nå skal mer til for å få ned forbruket ytterligere fordi det allerede er så mange energieffektive løsninger som er innført.

Samtidig som det har vært redusert spesifikt forbruk er det flere som påpeker at det også er forbruksposter som har økt. Dette gjelder spesielt det elektriske forbruket. Det er stadig mer elektrisk utstyr som dyttes inn i byggene. Spesielt økning i datautstyr og også økt bruk av dette. Selv om flere av byggene har blitt behovsstyrt så er det også mange av byggene som bruker unødvendig strøm om natten.

## 1. Innledning

### 1.1 Bakgrunn og formål

NVE har ansvaret 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, inkludert yrkesbygg. For å kunne gjøre dette har NVE behov for mer kunnskap om hvordan yrkesbygg bruker energi i dag og hvordan de vil bruke energi fremover. Dette innebærer at NVE både må bygge opp bedre statistikk og kjenne hvilke faktorer som påvirker energibruken. Etter å ha kartlagt energibruk i husholdninger [1], kontorbygg [2] og forretningsbygg [3] de siste årene, ønsket NVE nå informasjon om undervisningsbygg.

Dette prosjektet fokuserer på energibruk i undervisningsbygg. Hensikten med prosjektet er å øke kunnskapen om hva energien brukes til (formålsdelt energibruk) og hva som påvirker energibruken (drivere) i undervisningsbygg.

Som en del av dette prosjektet er det også gjort en innsamling av bygningsinformasjon og energibruk på enkeltbygg fra et utvalg kommuner og fylkeskommuner i Norge for å bygge bedre statistikk. Resultatet av dette er imidlertid ikke en del av foreliggende rapport.

### 1.2 Omfang

Prosjektet dekker bygningstypene:

- Barnehage
- Skolebygning
- Universitets- og høyskolebygning

Bygningstypene i dette prosjektet er definert av NVE. De samsvarer med bygningskategoriene definert i NS 3031 [4] og som blant annet brukes i energimerkeordningen for bygninger.

Matrikkelen, landets offisielle eiendomsregister, opererer med bygningstyper definert i NS 3457 [5]. Norske kommuner vedlikeholder matrikkelen i henhold til NS 3457 og Kartverkets føringsinstruks for matrikkelen [6]. Kategorisering av bygningstypene "610 skolebygning" og "620 Universitet- og høyskolebygning" iht. NS 3457 er gjengitt i vedlegg A.

Bygningstypene i dette prosjektet (basert på NS 3031) er litt annerledes enn bygningstypene fra matrikkelen (basert på NS 3457). NS 3031 betrakter barnehager som en egen bygningstype mens NS 3457 definerer barnehager som en undergruppe i bygningsgruppen skolebygning. Offisielle statistikker (SSB [7], Enova [9]) er basert på informasjon fra matrikkelen og bygningstyper definert i NS 3457. Dermed er barnehager inkludert i bygningsgruppen skolebygning i disse statistikkene. Når de offisielle statistikkene brukes i denne rapporten, sammen med utarbeidet statistikk fra energimerkeordningen (NVE) og Entros database, må man være oppmerksom på denne forskjellen i definisjon av bygningstyper.

Tallene presentert i rapporten er hentet fra SSB [7], NVE [8], Enova [9], Entro [10], Statsbygg [11] og NTNU [12]. Orientering om kildenes innhold og representativitet er gitt i vedlegg B.

## 2. Metode

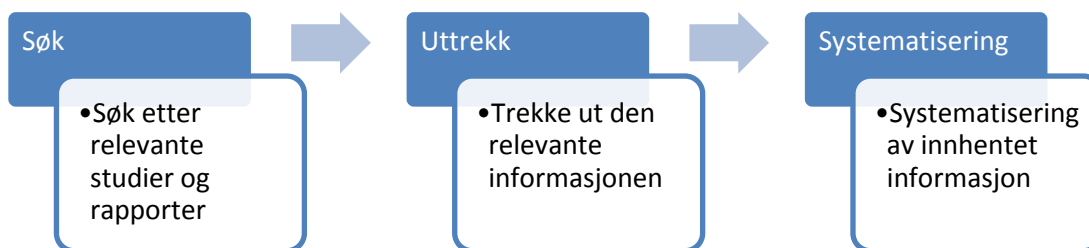
Prosjektet er basert på en teoretisk gjennomgang av offentlig tilgjengelige litteratur og rapporter, statistikk, dybdeintervjuer og studie av en rekke bygg fordelt på de tre bygningskategoriene med tilhørende tilgjengelig måledata og informasjon. I tillegg har Multiconsults, Strategi & Analyses, Entros og NVEs erfaring med arbeid innen energioppfølging, energieffektivisering og kunnskap fra offentlige utredningsoppdrag vært viktig.

### 2.1 Litteratursøk og dokumentstudie

Som første steg i å identifisere drivere for energibruk i undervisningsbygg er det gjennomført et litteratursøk. I søken etter informasjon har vi tatt utgangspunkt i tankemodellen som ble benyttet i analysen av energibruk i forretningsbygg, hvor vi har systematisert dokumentasjonen etter drivere som påvirker arealet og drivere som påvirker det spesifikke energiforbruket. Arealet kan eksempelvis bli påvirket av befolkningsutvikling og utformingen av skolebygg, mens teknologiske fremskritt og ulike energieffektiviseringstiltak kan påvirke den spesifikke energibruken.

Med dokumentstudie mener vi en systematisk innhenting og gjennomgang av aktuell litteratur og statistikk. Formålet med dokumentstudien har vært å innhente informasjon om drivere som påvirker energibruken i undervisningsbygg spesielt.

Dokumentstudien har bestått av tre faser, vist i figuren under.



Figur 1: Faseinndelingen i dokumentstudien

### 2.2 Statistiske analyser

Befolkningsutviklingen vil være en viktig driver for arealutviklingen i undervisningsbygg. For å undersøke *i hvilken grad* befolkningens størrelse påvirker arealmengden i undervisningsbygg har vi gjennomført statistiske undersøkelser. De statistiske undersøkelsene har vært basert på regresjonsanalyse. Regresjonsanalysen har vært brukt for å analysere og teste sammenhenger mellom utvikling i befolkning og utviklingen i areal i undervisningsbygg.

Det er imidlertid noen kjente feilkilder knyttet til å benytte befolkningsutvikling i regresjonsanalyse sammen med areal. Disse er spesielt knyttet til at det er korrelasjon mellom befolkningen i år  $t$  og i år  $t+1$  (autokorrelasjon). I arbeidet med å teste sammenhenger mellom utvikling i areal i undervisningsbygg og befolkning har vi benyttet en modell på endringsform<sup>2</sup> slik at feilkildene blir så små som mulig.

<sup>2</sup> Variablene i modellen settes på endringsform, altså at man tar differansen mellom variabelens verdi ved tidspunkt  $t$  og  $t-1$ .



### 2.3 Dybdeintervjuer

Dokumentstudiet og de statistiske analysene vil kunne gi et bilde på mulige trender og drivere for energibruken i undervisningsbygg. I tillegg har vi valgt å intervjuere personer i eiendom/forvaltning/drift som kjenner energibruken i undervisningsbygg best, og personer som kjenner til trender og utviklingstrekk innen utforming av barnehager og skolebygg, da det er disse som sitter med førstehåndsinformasjon om trender og drivere som påvirker arealutviklingen og spesifikt forbruk. 8 respondenter har blitt intervjuet, henholdsvis 5 eiendomsforetak og 3 personer som nettopp har kunnet si noe mer om trender og drivere for utformingen av undervisningsbygg eller arealutviklingen.

Det overordnede målet med dybdeintervjuene har vært å validere funnene fra dokumentstudiet og spørre om utviklingstrekk spesielt for undervisningsbygg, som da kan være med på å identifisere de viktigste driverne for energibruk.

Dybdeintervjuene har, med ett unntak, blitt gjennomført som telefonintervju. Intervjuene ble gjennomført som semi-strukturerte intervju med utgangspunkt i en intervjuguide. Intervjuguiden ble utarbeidet med bakgrunn av funnene i energianalysen av undervisningsbyggene og dokumentstudien.

### 3. Areal i undervisningsbygg

Arealutviklingen i undervisningsbygg vil først og fremst være avhengig av befolkningsutviklingen, men også utformingen av undervisningsbygg eller andre faktorer som kan påvirke etterspørselen etter undervisningsbygg. Utviklingen i antall kvadratmeter er en viktig faktor for prognoser for utviklingen i energibruken i undervisningsbygg. Økt areal vil føre til økt energibruk. I dette kapittelet har vi samlet inn arealstatistikk for undervisningsbygg fra forskjellige kilder. Først presenterer vi estimater på mengden areal fra Potensial- og barrierestudien (2012). Deretter har vi innhentet relevant statistikk fra Statistisk Sentralbyrå (SSB). SSB presenterer lite relevant statistikk for høyere utdanning og vi har derfor innhentet dette fra Database for høyere utdanning (DBH). Database for høyere utdanning er finansiert av Kunnskapsdepartementet. Til sammen utgjør statistikken fra de tre kildene et stort grunnlag. Av hensyn til lesbarhet og enkelhet har enkelte tabeller blitt lagt i et eget vedlegg C. Teksten nedenfor beskriver hvor man kan lese mer i vedlegget.

Den statistikken som eksisterer for areal i undervisningsbygg gjør det utfordrende å finne eksakte anslag for arealutviklingen. Den første grunnen til dette er at det samles inn data på ulikt nivå for de ulike delene av undervisningssektoren. For eksempel samles det inn areal for leke- og oppholdsareal i barnehager, men leke- og oppholdsarealet er kun en andel av det totale arealet i barnehagene. En annen utfordring med arealdata for undervisningsbygg er vi kun har data for få år. Et eksempel her er at vi kun har arealstatistikk (bruttoareal) for skolebygninger i perioden mellom 2008 og 2013. Korte tidsserier er også en utfordring når man skal gjennomføre statistiske analyser.

I arbeidet med å kartlegge og analysere arealet i undervisningsbygg har det vært naturlig å slå sammen bygningsundergruppene fra Matrikkelen på følgende måte:

- Barnehage (Matrikkelens bygningsundergrupper 611 og 612)
- Grunnskole (Matrikkelens bygningsundergrupper 613, 614 og 615)
- Videregående skole (Matrikkelens bygningsundergrupper 616 og 619<sup>3</sup>)
- Universitet/høgskole (Matrikkelens bygningsundergrupper 621, 623 og 629)

#### 3.1 Arealstatistikk fra Potensial- og barrierestudien

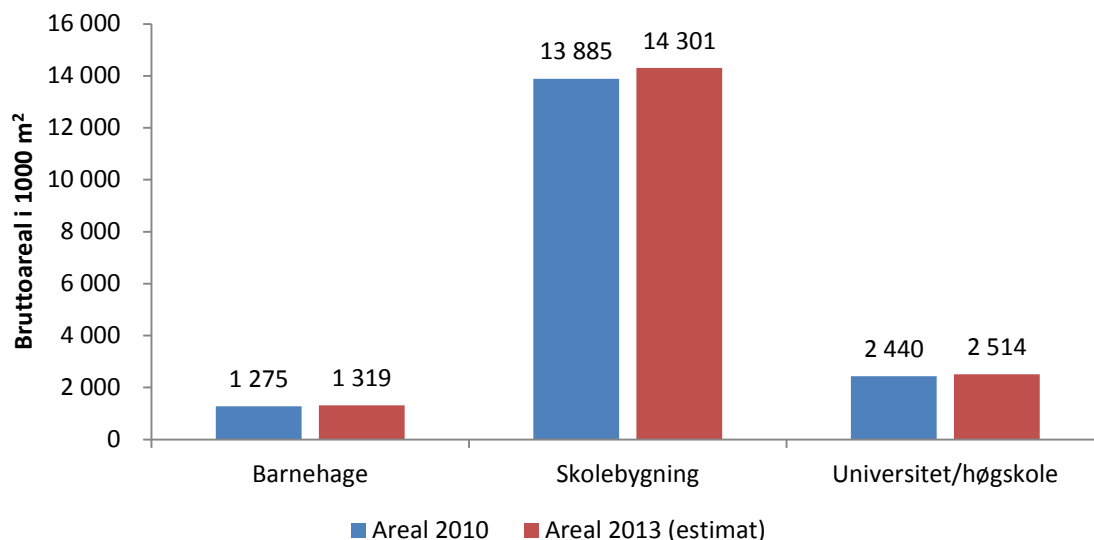
I *Potensial- og barrierestudie – Norske næringsbygg* [19] tas det utgangspunkt i tallene fra rapporten "Innspill til faktakapittel i Stortingsmelding om Bygningspolitikk" når det presenteres en oversikt over den norske boligmassen i 2010. Basert på denne rapporten anslås det samlede arealet på undervisningsbygg (alle tall er bruksareal, BRA) til å være på litt i overkant av 17,6 millioner m<sup>2</sup> i 2010.

I *Potensial- og barrierestudie – Norske næringsbygg* [19] er det satt opp flere scenario for utviklingen i areal. Her benyttes det en riverate på 0,5 prosent per år, mens nybyggeraten antas å være på 1,5 prosent. Dette vil gi en netto tilvekst på 1 prosent i året.

Dersom vi benytter den netto tilveksten av bygg til å fremskrive mengden undervisningsbygg basert på dataene fra Potensial- og barrierestudien, får vi et anslag for totalt areal i 2013 på 18,3 millioner m<sup>2</sup> til sammen.

---

<sup>3</sup> Bygningsundergruppe 619 er «Andre skolebygg». Nedenfor skiller vi mellom grunnskole og videregående skole, og denne undergruppen er vanskelig å plassere her. Vi tar derfor ikke eksplisitt hensyn til denne undergruppen i de arealdata som vi presenterer. Det kan imidlertid være at denne undergruppen er inkludert i noe av arealstatistikken fra SSB.



Figur 2: Areal tall fra Potensial- og barrierestudien og estimater på arealet i 2013. Kilde: Potensial- og barrierestudien (2012) og eget estimat for 2013

I vedlegg C pkt. I kan man se en nærmere beskrivelse av hvordan arealet fordeler seg på ulike tekniske standarder.

### 3.2 Arealstatistikk fra Statistisk sentralbyrå

Statistisk sentralbyrå (SSB) samler inn store mengder data for bygg hvert år. De presenterer også data for undervisningsbygg. Det er imidlertid forskjellige målevariabel for de ulike statistikkene SSB publiserer. Nedenfor går vi igjennom relevant arealstatistikk fra SSB. Vi starter med barnehager, før vi går videre inn på førskole og grunnskole, videregående skole og til slutt høyere utdanning.

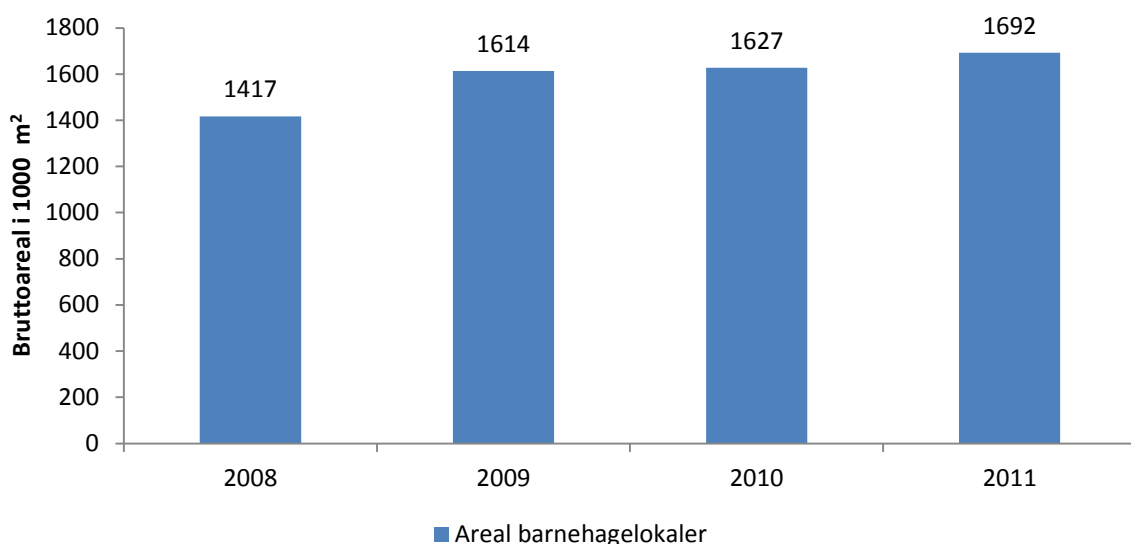
#### 3.2.1 Barnehager

I SSBs KOSTRA-database finnes det statistikk for totalt bruttoareal for kommunale barnehager på nasjonalt nivå og areal i leke- og oppholdsareal i barnehager på kommunenivå for både kommunale og private barnehager.

##### Bruttoareal

I figuren under vises bruttoarealet for kommunale barnehager på nasjonalt nivå. Antallet år i tidsserien er imidlertid bare 4, og utvalget gjelder årene fra 2008 til 2011. Bruttoarealet var litt i overkant av 1,4 millioner m<sup>2</sup> i 2008, mens det i 2011 var nesten 1,7 millioner m<sup>2</sup>.

Sammenlignes arealtallene fra Potensial- og barrierestudien med data for bruttoareal i barnehager fra SSB, ser en at tallene fra Potensial- og barrierestudien virker lave i og med at de også inkluderer private barnehager. Det skal dog merkes at Potensial- og barrierestudien bruker BRA mens SSB bruker bruttoareal, noe som kan forklare ca. 3 prosent av forskjellen.

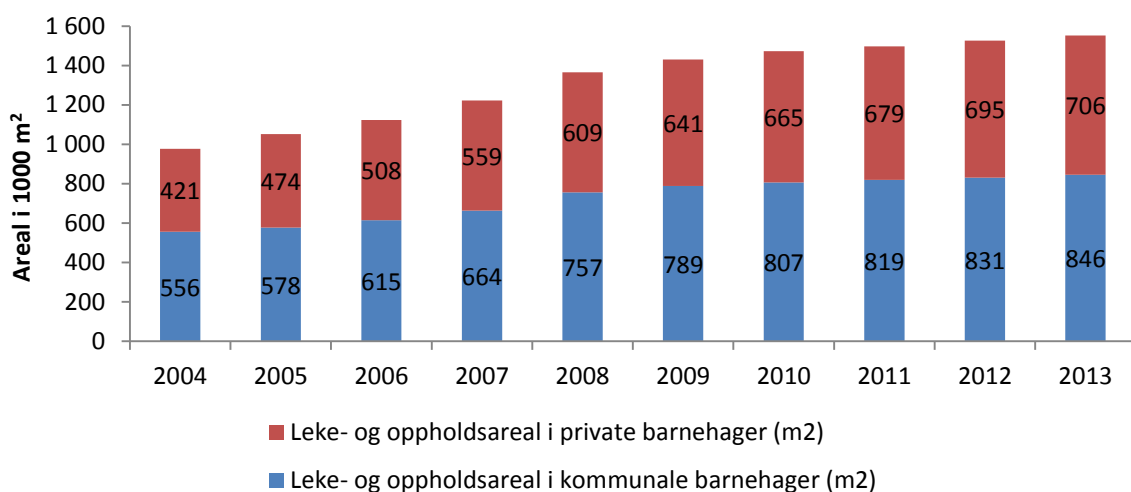


Figur 3: Bruttoareal i kommunale barnehagebygg i perioden 2008 til 2011. Kilde: SSB. Eiendomsforvaltning i kommunene og kommunale foretak.

### Leke- og oppholdsareal

Leke- og oppholdsareal er det arealet som er godkjent som oppholdsareal for barn og er de rommene som faktisk står til disposisjon for barnas aktiviteter, som lekerom, grupperom og sove- og hvilerom. Dersom barnas garderobe og kjøkkenet egner seg som leke- og oppholdsrom er disse med i statistikken. Det vil trolig være noe ytterligere areal knyttet til personalrom, kontorer, stellerom, toaletter og lignende som ikke er hensyntatt i denne statistikken.

Figuren under viser leke- og oppholdsareal i kommunale og private barnehager fra 2004 til og med 2013. Tallene viser at det samlede arealet var i underkant av 1 million m<sup>2</sup> i 2004. I 2013 var det samme tallet i overkant av 1,55 millioner m<sup>2</sup>. Dersom man sammenligner leke- og oppholdsareal i år 2010 (1,47 mill. m<sup>2</sup>) med bruksarealet for barnehager fra Potensial- og barrierestudien (1,28 mill. m<sup>2</sup>) er det relativt stor forskjell på disse tallene. Videre er leke- og oppholdsareal bare en del av det totale bruksarealet i barnehager slik at den faktiske forskjellen er enda større. Dette leder oss til å være usikre på validiteten til datagrunnlaget fra Potensial- og barrierestudien.

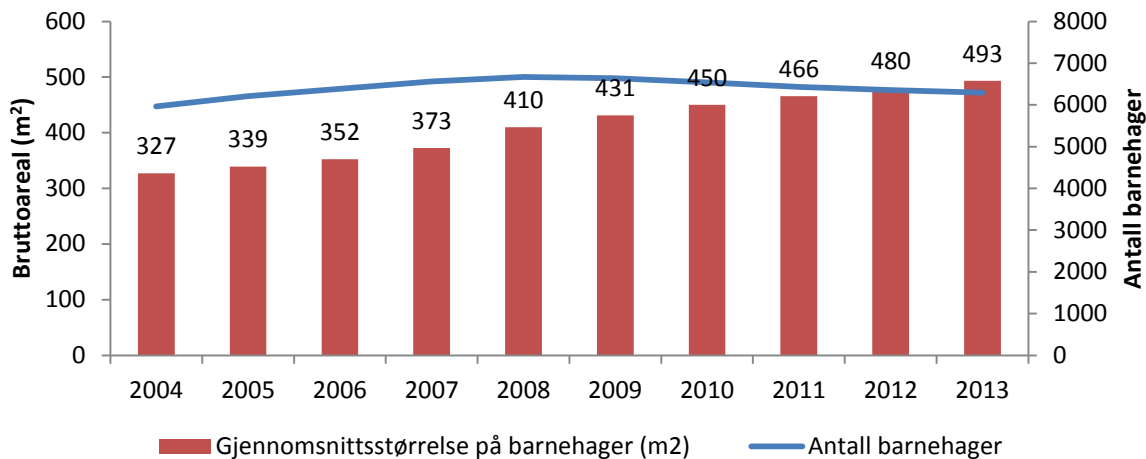


Figur 4: Registrert leke- og oppholdsareal i barnehager i perioden 2004-2013. Kilde: SSB. KOSTRA, Barnehager - nivå 3 (K).

Vi har gjennomført en enkel analyse for å oppjustere dataene for leke- og oppholdsareal til totalt bruttoareal. Denne kortfattede analysen kan sees i vedlegg C pkt. II.

### Antall barnehager og gjennomsnittsareal

Tallet på antall barnehager har gradvis gått ned siden 2008. Fra år 2004 til 2008 økte antall barnehager fra 5 965 til 6 667. Fra 2008 til 2013 ble isteden antall enheter redusert med 374, noe som tilsvarer en nedgang på i underkant av 6 prosent. Økningen i antall barnehager fra midten av 2000-tallet har trolig en sammenheng med Soria Moria-erklæringen fra 2005 som inneholdt et mål om å innføre lovfestet individuell rett til barnehageplass når målet om full barnehagedekning var nådd.



Figur 5: Antall barnehager og gjennomsnittsareal (BTA) per barnehage i perioden 2004-2013. Kilde: SSB. Barnehager - nivå 3 (K).

Dersom man kombinerer vårt estimat på totalt bruttoareal i barnehager (se vedlegg C pkt. II.) med antallet barnehager kommer vi frem til et estimat på gjennomsnittsstørrelse på barnehagene. I årene fra 2008 har antallet barnehager sunket, mens gjennomsnittsarealet har økt. Vårt estimat tilsier at en gjennomsnittlig barnehage var 493 m<sup>2</sup> i 2013.

SSB samler også inn statistikk for igangsatt og fullført areal i barnehager. Denne statistikken er imidlertid vanskelig å tolke siden det bare finnes endringstall og ikke noe totaltall for arealet i barnehager. Vi har derfor valgt å legge denne statistikken i vedlegg C pkt. II.

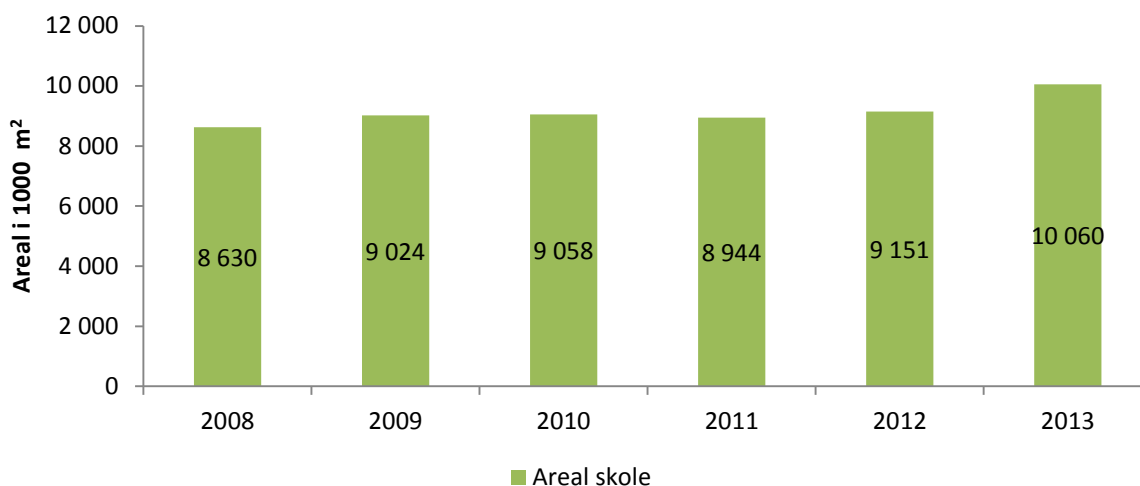
### 3.2.2 Grunnskole

Nedenfor presenterer vi arealstatistikk for grunnskoler fra SSBs statistikk. Grunnskole består av formålsbygg definert som skolelokaler (barneskoler, kombinerte barne- og ungdomsskoler og ungdomsskoler). Grunnskolen er i all hovedsak et kommunalt ansvar i Norge og store deler av skolearealene er eid og drevet av kommunene.

#### Areal i kommunale førskole- og skolebygg

SSB samler inn statistikk for skolebygg (grunnskoler). Statistikken gir oversikt over kommunenes bygningsmasse og forvaltningen av denne. Det rapporterte arealet gjelder kun formålsbygg. Arealet som er innrapportert til SSB omfatter store deler av kommunesektorens bygningsmasse og omfatter alle kommunale grunnskoler. Arealet er gitt som bruttoareal (BTA) i m<sup>2</sup>.

Grafen nedenfor viser en oversikt over bruttoareal i skoler. I 2008 var det registrert 8,6 millioner m<sup>2</sup> av skolelokaler. I 2013 var det tilsvarende tallet 10,1 millioner m<sup>2</sup>. Dette tilsvarer en vekst i arealet 16 prosent for skolebygg fra 2008 til 2013.



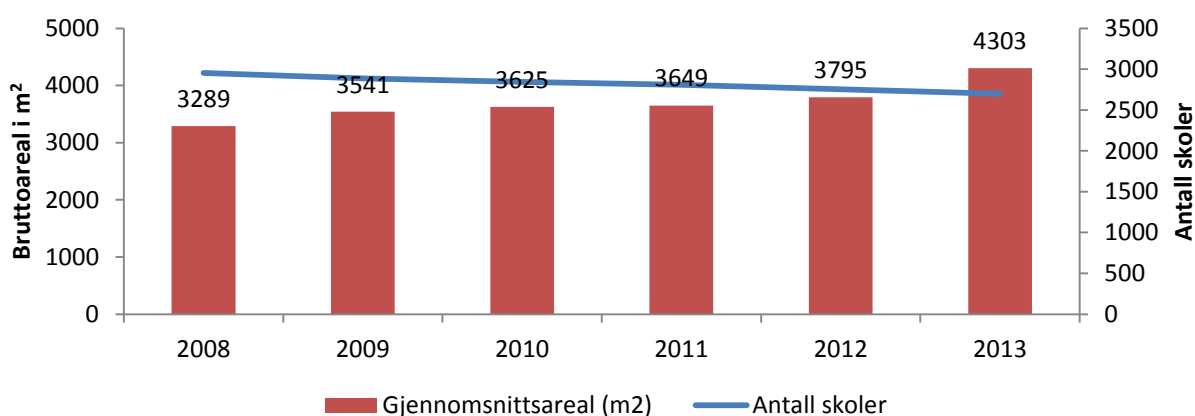
Figur 6: Bruttoareal i kommunale skoler i perioden 2008-2013. Kilde: SSB. Eiendomsforvaltning for utvalgte kommunale formålsbygg.

Statistikken ovenfor gjelder kun for kommunale førskoler og skoler. Det finnes også private skoler i Norge som burde vært med i et totaltall for areal i skolebygg. Denne statistikken finnes imidlertid ikke etter vår kjennskap. En diskusjon av størrelsen på denne mulige feilkilden kan leses om i vedlegg C pkt. III.

I likhet med hva som er tilfelle for barnehager samler SSB inn statistikk for igangsatt og fullført skoleareal. Denne statistikken er også her vanskelig å tolke siden man ikke har noe totaltall for arealet. Man kan derfor lese mer om denne statistikken i vedlegg C pkt. III.

### Gjennomsnittsareal i skolebygg

Ved å benytte data for antallet skoler sammen med det totale arealet er det også mulig å estimere et gjennomsnittsareal per skole. I figuren under er antallet skoler<sup>4</sup> i årene 2008 til 2013 satt sammen med arealstatistikken fra SSB for samme periode. Antallet skoler har falt fra nærmere 2950 i 2008 til omtrent 2700 i 2013, noe som tilsvarer en reduksjon på nesten 9 prosent. Samtidig har gjennomsnittsarealet økt fra 3289 m<sup>2</sup> (BTA) i 2008 til 4303 m<sup>2</sup> (BTA) i 2013.



Figur 7: Gjennomsnittsareal for kommunale grunnskoler og antall skoler i perioden 2008-2013. Kilde: SSB.

<sup>4</sup> Har kun benyttet antallet kommunale og interkommunale skoler når gjennomsnittet er beregnet siden dette mest sannsynlig er kompatibelt med arealtallet for skolebygg vi presenterer. Fylkeskommunale- og statlige skoler sees bort fra. Areal i førskoler er ikke tatt med i beregningen av gjennomsnittet.

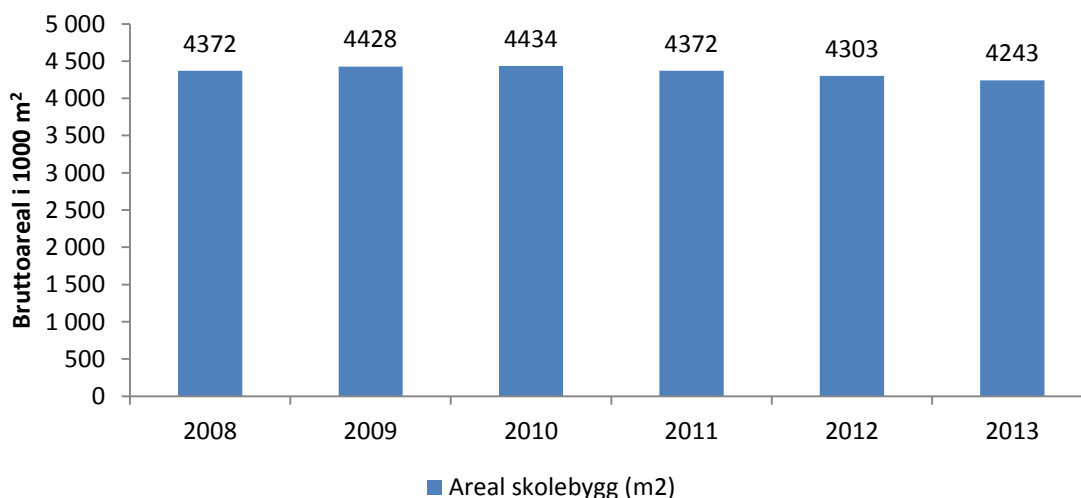
### 3.2.3 Videregående skoler

Nedenfor presenterer vi arealstatistikk for videregående skoler fra SSBs statistikk. Videregående utdanning er i all hovedsak et fylkeskommunalt ansvar i Norge.

#### Areal i fylkeskommunale skolebygg

Bruttoarealet i fylkeskommunale skolebygg var i 2008 på 4,37 mill. m<sup>2</sup>, og vokste til 4,43 mill. m<sup>2</sup> i årene 2009 og 2010. Etter 2010 har arealet sunket med 60-70 000 m<sup>2</sup> per år. I 2013 var arealet 4,24 mill. m<sup>2</sup>. Sammenlignes arealet i 2013 med toppåret 2010 har det totale arealet blitt redusert med i overkant av 4 prosent.

Tallene nedenfor kan også omfatte noen fylkeskommunale grunnskoler, men dette vil utgjøre svært lite av totalen og vi anser denne feilkilden til å være liten.



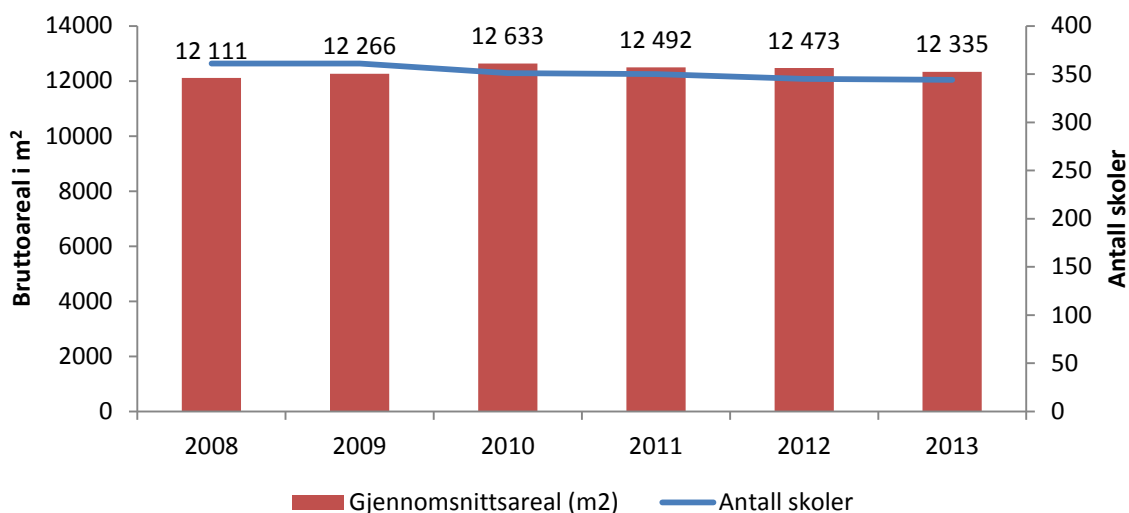
Figur 8: Areal (BTA) i fylkeskommunale skolebygg i perioden 2008-2013. Kilde: SSB. Eiendomsforvaltning for utvalgte fylkeskommunale formålsbygg - nivå 3 (F).

I likhet med grunnskolene finnes det også andre eieformer for videregående skoler i Norge. Statistikken ovenfor gjelder kun de skolebyggene som eies/leies av fylkeskommunene. Private, kommunale og statlige skoler vil derfor ikke være dekket av statistikken. I dag finnes det ikke arealdata for de skolene med disse eierformene. For å undersøke nærmere hvor mye av arealet de videregående skolene som ikke er fylkeskommunale utgjør, er det sett nærmere på antallet videregående skoler og hvilken eierform disse har i vedlegg C pkt. IV.

#### Gjennomsnittsareal i skolebygg

Man kan også for videregående skoler benytte arealstatistikken sammen med antall videregående skoler for å komme frem til et estimat på gjennomsnittsareal for skolene. Gjennomsnittet vil imidlertid kun gjelde de fylkeskommunale skolene.

Antallet fylkeskommunale videregående skoler har gått ned fra 361 i 2008 til 344 i 2013. Det gjennomsnittlige arealet har på den annen side holdt seg temmelig konstant i samme periode, og har ligget på mellom 12 100-12 600 m<sup>2</sup>.



Figur 9: Gjennomsnittsareal for fylkeskommunale videregående skoler og antall skoler i perioden 2008-2013. Kilde: SSB. Eiendomsforvaltning for utvalgte fylkeskommunale formålsbygg - nivå 3 (F) og Videregående opplæring – skoler.

I likhet med hva som er tilfelle for barnehager samler SSB inn statistikk for igangsatt og fullført skoleareal. Denne statistikken er også her vanskelig å tolke siden man ikke har noe totaltall for arealet. Man kan derfor lese mer om denne statistikken i vedlegg C pkt. III.

### 3.2.4 Høyere utdanning

SSB publiserer ikke eksplisitt statistikk over areal i universitets- og høyskolesektoren i Norge, med unntak av igangsatt og ferdigstilt bruksareal. Årsaken er trolig at universiteter og høyskoler ikke har rapporteringsplikt slik som kommunene (grunnskolen) og fylkeskommunene (videregående). Data for igangsatt og fullført areal i universiteter og høyskoler finnes i vedlegg C pkt. IV.

Vi har derfor innhentet arealstatistikk for universitets- og høyskolesektoren fra Database for høyere utdanning (DBH) som driftes av Norsk samfunnsvitenskapelig datatjeneste (NSD).<sup>5</sup>

### 3.3 Arealstatistikk fra DBH

Som beskrevet ovenfor publiserer ikke SSB noe statistikk for areal i høyere utdanningsinstitusjoner (nivå tall). Vi har derfor hentet inn data for høyere utdanningsinstitusjoner fra DBH. DBH presenterer ikke statistikk over private universiteter og høyskoler slik at skoler som BI vil ikke være dekket av denne statistikken.

#### Areal i offentlige universiteter og høyskoler

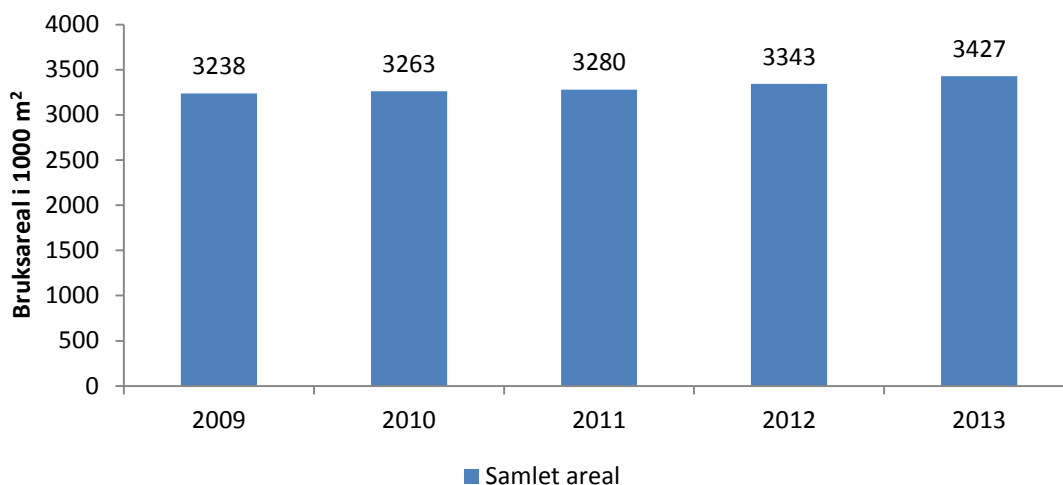
Byggene i universitets- og høyskolesektoren består av universiteter, vitenskapelige høyskoler, statlige høyskoler og kunsthøyskoler.<sup>6</sup> I 2009 var det totale bruttoarealet i universiteter og høyskoler på 3,24 millioner m<sup>2</sup>, mens i 2013 var det totale bruttoarealet 3,43 millioner m<sup>2</sup>. Dette tilsvarer en økning på 190 000 m<sup>2</sup>. Til sammenligning var det registrerte fullførte arealet i samme periode fra SSB på nesten 300 000 m<sup>2</sup>. Dette kan indikere at mesteparten av arealet som bygges blir benyttet til å erstatte utdatert areal (veksten i registrert areal i DBH er lavere).

<sup>5</sup> NSD er organisert som aksjeselskap eid av Kunnskapsdepartementet.

<sup>6</sup> Innenfor høyere utdanning i Norge er det tre typer institusjoner: universitet, vitenskapelige høyskoler, høyskoler. Akkreditering av institusjonene blir utført gjennom at NOKUT (Nasjonalt organ for kvalitet i utdanningen) vurderer om institusjonen oppfyller visse krav. NOKUT sine krav for akkreditering er oppgitt [her](#).



Av det totale bruttoarealet utgjør universiteter omtrent 66 prosent av arealet, mens statlige høyskoler utgjør 27 prosent. Vitenskapelige høyskoler og kunsthøyskoler utgjør henholdsvis omtrent 5 og 2 prosent.



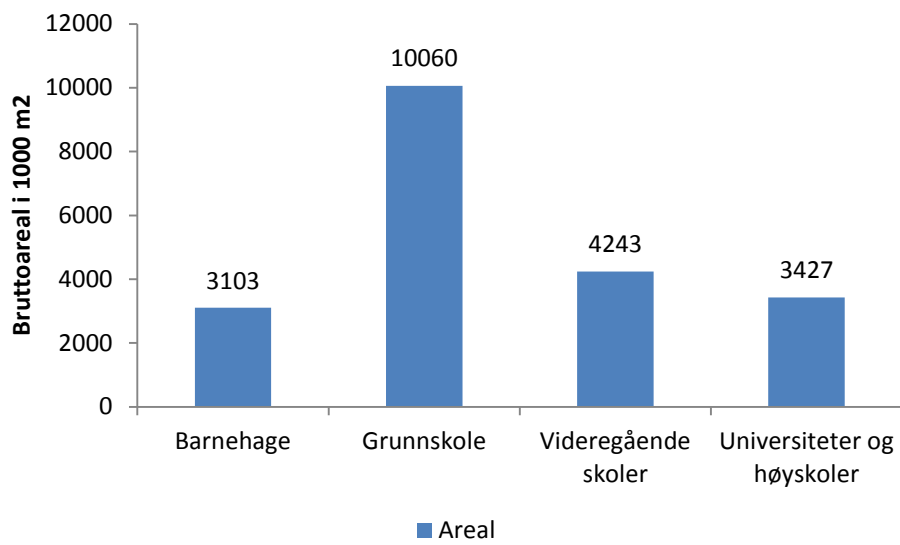
Figur 10: Bruttoareal (BTA) i universiteter og høyskoler i perioden 2009-2013 Kilde: DBH. Arealdata.

### 3.4 Oppsummering arealstatistikk

Ved å sammenligne arealtallene fra Potensial- og barrierestudien viser det seg at denne gjennomgående avviker fra statistikken innhentet fra de andre kildene. Dette leder oss til å konkludere med at denne statistikken bør tillegges mindre vekt som kunnskapsgrunnlag for areal i undervisningsbygg. Årsaken til denne konklusjonen er at dataene i Potensial- og barrierestudien gjennomgående er lavere enn dataene som presenteres av SSB. Dersom tilfellet hadde vært motsatt kunne det vært slik at dataene i Potensial- og barrierestudien kunne inneholdt noe mer enn hva SSBs data inneholder, men det er ikke tilfellet. Samtidig presenteres dataene i Potensial- og barrierestudien som totaltall for areal i for eksempel barnehager. Her er tallet 1,275 mill. m<sup>2</sup>. I SSBs statistikk over leke- og oppholdsareal viser det seg at dette arealet er registrert til å være 1,472 mill. m<sup>2</sup>. I og med at leke- og oppholdsareal kun er en delmengde av totalt areal i en barnehage og differansen mellom datakildene allerede er på nesten 200 000 m<sup>2</sup> sår dette tvil omkring estimatene i potensial- og barrierestudien.

Vi har derfor størst tillitt til dataene fra SSB når det kommer til barnehager, grunnskoler og videregående skoler. Det er dog en svakhet knyttet til SSBs statistikk når det gjelder barnehager. Denne svakheten er knyttet til at det kun finnes lengre tidsserier for leke- og oppholdsareal og ikke bruttoareal. Når det gjelder arealtall for høyere utdanningsinstitusjoner presenterer ikke SSB noen god statistikk, noe som leder oss til å anbefale DBH som datakilde for arealtall herfra i fremtiden.

I figuren under er samlet areal for de ulike utdanningsbyggene vist. Tallene viser 2013-data for grunnskole, videregående og universitet og høyskole. For barnehager viser figuren vårt estimat på bruttoareal i 2013.



Figur 11: Areal i undervisningsbygg i 2013. Kilde: Egen beregning, SSB og DBH

## 4. Energifbruk i undervisningsbygg

### 4.1 Barnehager

#### 4.1.1 Spesifikk energibruk i barnehager

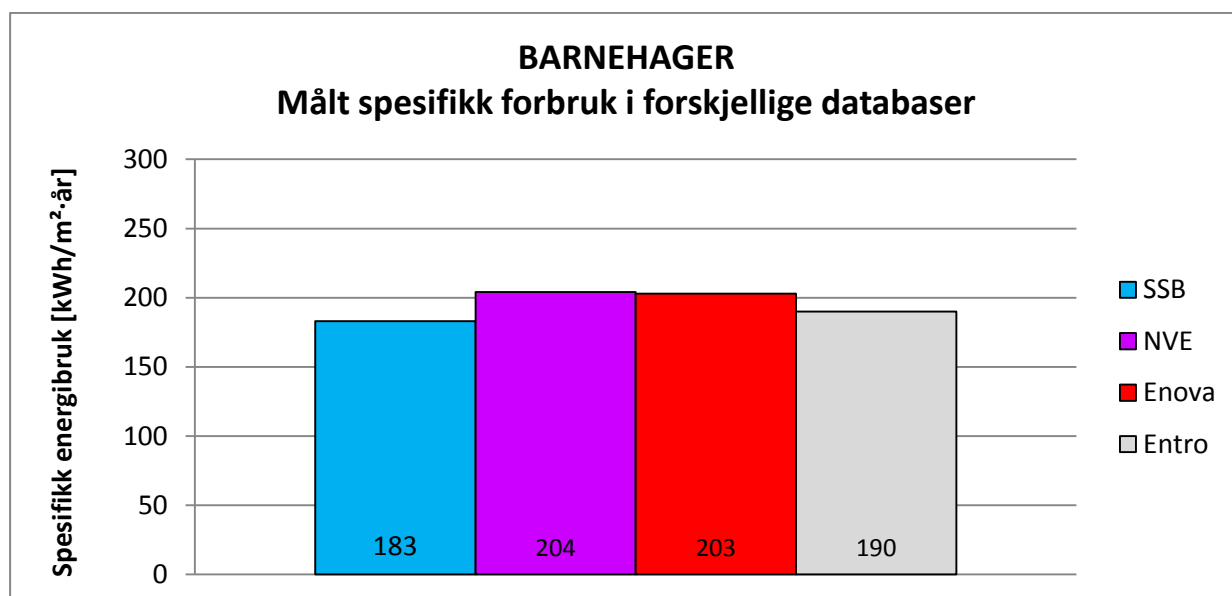
Arealvektet gjennomsnittlig målt spesifikk energibruk i barnehager vises i tabell 1 og figur 12.

Tabell 1: Arealvektet gjennomsnittlig målt spesifikk energibruk i barnehager, samt informasjon om utvalget. Kilde: SSB [7], NVE [8], Enova [9], Entro [10], Statsbygg [11].

Kilde	Antall bygg [antall]	Gjennomsnittlig areal [m <sup>2</sup> ]	Spesifikk energifbruk, målt [kWh/m <sup>2</sup> ·år]	Utvalgets areal [m <sup>2</sup> ]
SSB *	214	n.a.	183	n.a.
NVE	284	634	204	180 040
Enova	155	620	203	96 075
Entro	332	587	190	194 905
Statsbygg **	1	574	178	574

\* SSBs rapport inneholder ikke informasjon om areal for barnehagene (undergruppe for skolebygning).

\*\* Statsbyggs snitt vises ikke i diagrammet under fordi tallet er basert på kun 1 barnehage.



Figur 12: Arealvektet gjennomsnittlig målt spesifikk energibruk i barnehager [kWh/m<sup>2</sup>·år] rapportert i forskjellige databaser. Kilde: SSB [7], NVE [8], Enova [9], Entro [10]

For barnehager spenner gjennomsnittlig målt spesifikk energibruk i hver av databasene fra 183 til 204 kWh/m<sup>2</sup>·år. Det er en forskjell på 10 % mellom det laveste og det høyeste snittet.

I følge SSB er spesifikk energibruk i barnehager lik 183 kWh/m<sup>2</sup>·år. Denne statistikken inneholder imidlertid ingen bygg under 250 m<sup>2</sup>.

NVEs og Enovas snitt ligger i samme størrelsesorden, rundt 200 kWh/m<sup>2</sup>·år. Disse statistikkene anses som representative for den gjennomsnittlige norske bygningsmassen av barnehager.

Utvalget til Entro er det største, både i antall bygg og total areal, og viser til det laveste gjennomsnittet med 190 kWh/m<sup>2</sup>·år. Spesifikk energibruk i Entros utvalg spenner fra 79 til 368 kWh/m<sup>2</sup>·år.

Barnehagene i utvalget til Entro bruker et energioppfølgingssystem. Det betyr at driftene har mulighet til å følge opp energibruken til bygget, noe som kan forklare et noe lavere snitt. Det må likevel sies at fokus på energibruk varierer fra kommune til kommune, og at innad i kommunen vil fokus på energibruk rettes først mot de mest energikrevende byggene. Barnehager er ofte små bygg, og følgelig små forbrukere, sammenlignet med andre kommunale bygg som skoler og sykehjem. Noen driftene bruker energioppfølgingssystemet aktivt for å redusere energibruken, men ikke nødvendigvis alle.

En annen forklaring til det noe lave snittet fra Entro kan komme fra rensingen av datasettet. Alle bygg med manglende forbruksdata (en dag eller en uke med manglende data) er tatt ut av utvalget. Bygg der energileveransen kom fra en felles energisentral og fordelingsnøkkel var uklart er også tatt ut. Eventuelle feilavlesninger i forbindelse med målerbytte eller måler som har gått rundt ble dessuten rettet opp før beregning av snittet. Det er ukjent om tilsvarende kvalitetssikring gjøres ved store rapporteringer til SSB eller Enova.

Gjennomsnittlig spesifikk energibruk i norske barnehager antas å være 200 kWh/m<sup>2</sup>·år (kjøpt energi).

Den spesifikke energibruk i barnehager kan sies å være høy. Energibruken er høyere enn i skolebygg, og kan skyldes lengre brukstid, kortere sommerferie, høyere innetemperatur og mindre bygningskropper. Lastprofilene som er tilgjengelige i Entros database viser at de fleste barnehagene er i bruk 10 til 11 timer per dag, 5 ukedager i uken. Det er få uker med ferie om sommeren, enkelte barnehager har til og med en eller to avdelinger som holder åpent hele sommeren.

### 4.1.2 Målt formålsdelt energibruk

Formålsdelt energibruk ble kartlagt ved hjelp av informasjon som har vært tilgjengelig i Entros database [10], befaringer og spørsmål til enkelte kommuner.

Utvalget besto av 332 barnehager. Blant disse er det kun 29 barnehager som benytter fjernvarme til å dekke oppvarmingsbehovet, de fleste i Trondheim. Det tilsvarer 9 % av alle barnehagene i utvalget. Det var dessuten 8 barnehager med el.kjel, dvs. 2,4 %. De fleste barnehager benytter el. oppvarming i form av panelovner og varmekabler.

Vårt inntrykk er at rom- og ventilasjonskjøling ikke benyttes i barnehager i Norge. Spørsmålet ble stilt til 3 store kommuner (Bærum, Kristiansand og Trondheim). Samtlige svarte at barnehagebyggene ikke har noen form for kjøling.

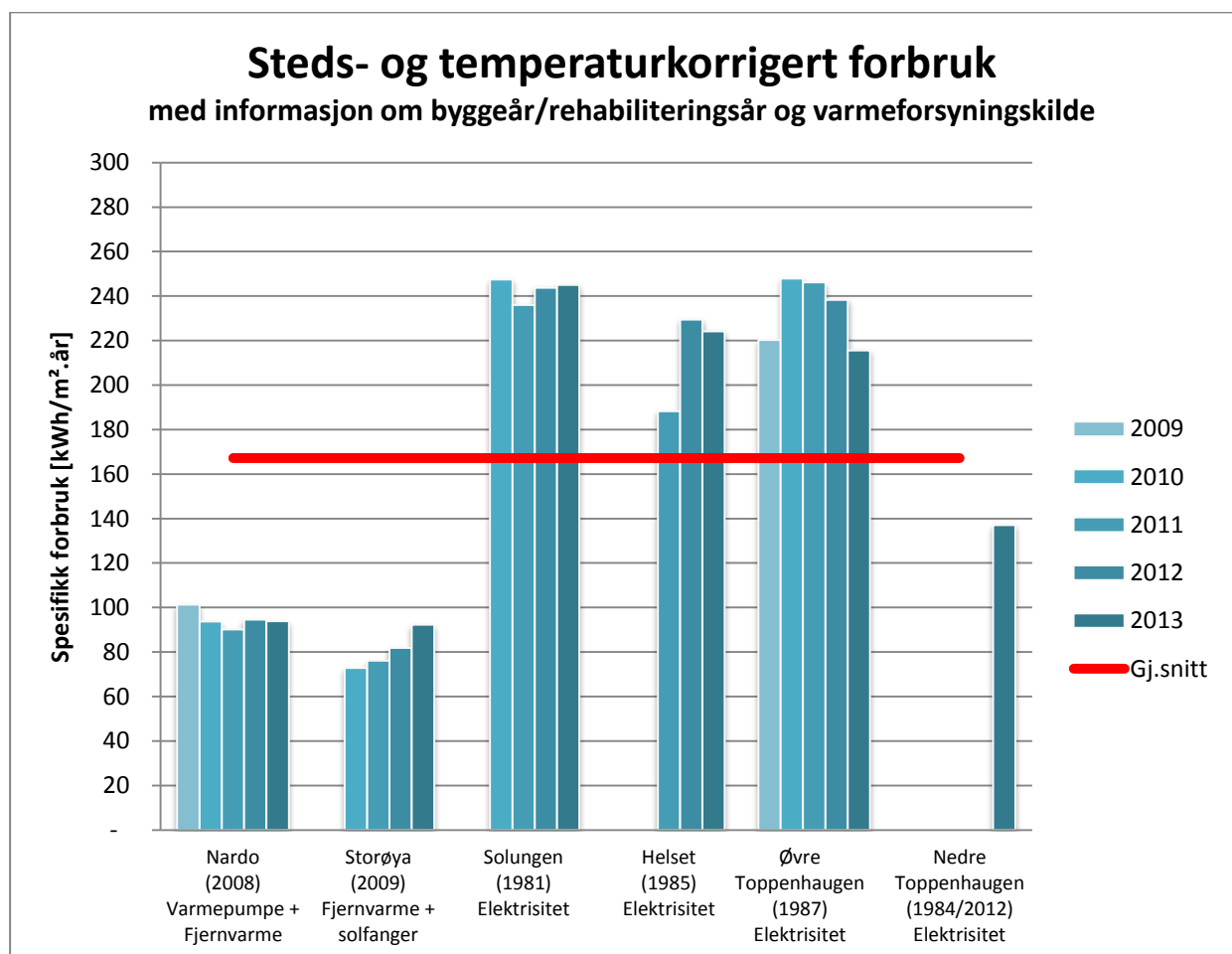
Figur 13 viser steds- og temperaturkorrigert energibruk i perioden 2009-2013 for 6 barnehager. Målt spesifikk forbruk (verken steds- eller temperaturkorrigert) vises i vedlegg D.

Storøya barnehage ble oppført i 2009 og har av den grunn ingen komplette forbruksdata før 2010. Historisk forbruk ved Solungen og Helset barnehage var tilgjengelig for hhv. 4 og 3 år i Entros database. Nedre Toppenhaugen barnehage ble pusset opp i 2011-2012. Forbruksdata som var tilgjengelig for 2011 og 2012 gjenspeiler ikke vanlig barnehagedrift og vises følgelig ikke på diagrammet.

Spesifikk energibruk for de 6 barnehagene ligger mellom 80 og 240 kWh/m<sup>2</sup>·år. Snittet ligger rundt 170 kWh/m<sup>2</sup>·år og er noe lavere enn statistikken presentert i figur 12. Det skyldes at Nardo og Storøya barnehagene er bygget med passivhus-standard og drar gjennomsnittet ned. Barnehagene er valgt ut

pga. antall målere som er installert og hvordan målerstrukturen er satt opp i forhold til formålsdelingen dette prosjektet er interessert i.

Steds- og temperaturkorrigerende av den målte energibruken viser nesten ingen endring i forhold til målt energibruk for Nardo, Storøya og Nedre Toppenhaugen barnehage. Disse barnehagene er av nyere dato, eller pusset opp nylig, og bruker lite energi til oppvarming. For Solungen, Helset og Øvre Toppenhaugen barnehage ligger korreksjonen fra 1 til 44 kWh/m<sup>2</sup>·år avhengig av bygget og året man ser på. Snittkorreksjon er ca. 10 kWh/m<sup>2</sup>·år. Temperaturkorreksjonen er nesten ubetydelig i 2013 da været var mildt i januar, mars, oktober og desember mens det var kaldt i februar, september og november. Over hele året 2013 var graddagene ganske like normalen. Solungen, Helset og Øvre Toppenhaugen barnehage er fra 1980-tallet og har et mye større energibruk til oppvarming enn de nyere barnehagene.



Figur 13: Barnehager - Steds- og temperaturkorrigert energibruk med informasjon om byggeår/rehabiliteringsår og varmforsyningskilde i perioden 2009-2013. Kilde: Entro

Den steds- og temperaturkorrigerende energibruken har vært ganske stabil i perioden 2009 til 2013 for samtlige barnehager. I Storøya barnehage 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.

Nardo og Storøya barnehage er de nyeste barnehagene og har lavest energibruk. Nedre Toppenhaugen barnehage ble totalrenovert innvendig skoleåret 2011-2012. Bygget fikk da blant annet nye belysningsarmaturer og nytt ventilasjonsanlegg, noe som bidrar litt til den lave energibruken. Dessuten er denne barnehagen bygd over 2 etasjer og har bedre formfaktor (mindre ytterflate per oppvarmet

BRA) enn for eksempel Helset og Øvre Toppenhaugen. Solungen, Øvre Toppenhaugen og Helset barnehage er alle bygget på 80-tallet og bruker mellom 220 og 240 kWh/m<sup>2</sup>·år. Forbruket samsvarer godt med statistikk for denne byggeperioden (se tabell 3 videre i rapporten).

Øvre Toppenhaugen barnehage (byggeår 1987) og Nardo barnehage (byggeår 2009) bruker hhv. 16 og 17 kWh/m<sup>2</sup>·år til drift av ventilasjonsanleggene. Det er litt overraskende at forbruket er tilnærmet lik med tanke på aldersforskjell mellom de to byggene. Ventilasjonsanlegget i Øvre Toppenhaugen ble ikke prosjektet med tanke på optimal energibruk til vifte, dvs. med lav lufthastighet og lite trykkfall i kanalanlegget. Luftmengden i denne barnehagen ligger like under 7 m<sup>3</sup>/h.m<sup>2</sup>. Til sammenligning er Nardo barnehage bygget med større luftmengder (13 m<sup>3</sup>/h.m<sup>2</sup>) og større ventilasjonskanaler. Drift av ventilasjonsanlegg i Nardo barnehage er altså mer energieffektiv enn i Øvre Toppenhaugen selv om den spesifikke energibruken er tilnærmet lik.

Tabell 2 oppsummerer kartleggingen av formålsdelt energibruk som er gjort for barnehagene.

Utfra alle målte dataene er det forsøkt å definere en representativ barnehage. Tallene for det representative bygget vises i kolonnen til høyre i tabell 2 samt i figur 14.

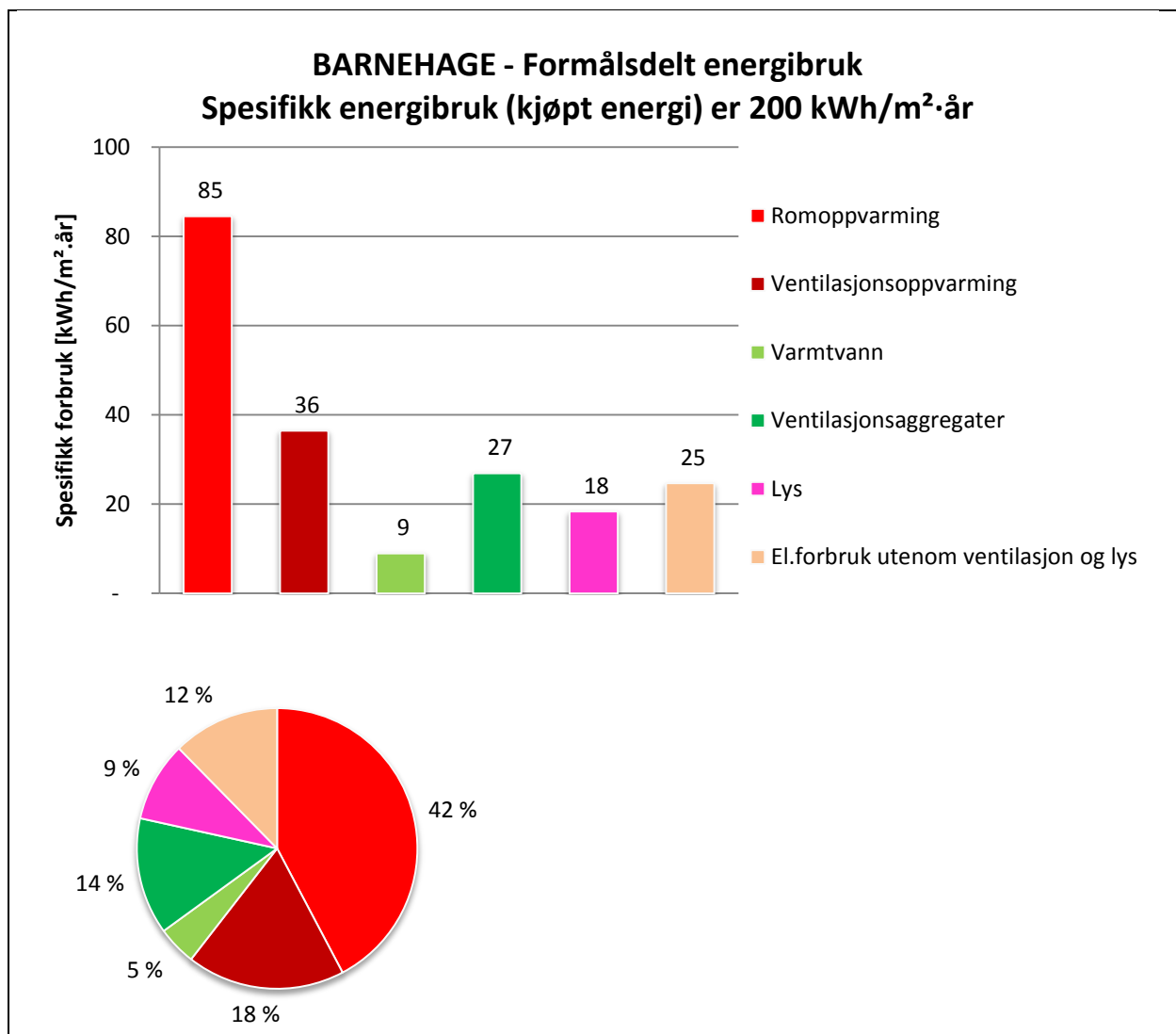
Tabell 2: Barnehager - Kartlegging av formålsdelt energibruk. Tallene viser kjøpt energi. Kilde: Entro

Barnehage	Nardo barnehage	Storøya barnehage	Solungen barnehage	Helset barnehage	Øvre Toppenhaugen barnehage	Nedre Toppenhaugen barnehage	34 barnehager *	24 barnehager *	Representativ barnehage
Energipost	[kWh/m <sup>2</sup> ·år]	[kWh/m <sup>2</sup> ·år]	[kWh/m <sup>2</sup> ·år]	[kWh/m <sup>2</sup> ·år]	[kWh/m <sup>2</sup> ·år]	[kWh/m <sup>2</sup> ·år]	[kWh/m <sup>2</sup> ·år]	[kWh/m <sup>2</sup> ·år]	[kWh/m <sup>2</sup> ·år]
Romoppvarming	22	18	113	} 125 **	} 153 **	} 56 **	} 116 **	} 89	85
Ventilasjonsoppvarming	5	13	49						36
Varmtvann	8	2	5					9	9
Ventilasjonsaggregater	17	27	30	37	16	43	} 62 ***	} 64 ***	27
Lys	28	24	27	16	27	15			18
El.forbruk utenom ventilasjon og lys	15	8	20	35	38	23			25
Sum årlig spesifikk energibruk [kWh/m <sup>2</sup> ·år]	95	92	243	214	234	137	178	162	200
Tilleggsinformasjon									
Areal [m <sup>2</sup> ]	613	1.051	419	363	353	436	1.021	975	
Byggeår / Rehabilitering	2009	2009	1981	1985	1987	1984 / 2012	-	-	
Varmeforsyning	Varmepumpe + Fjernvarme	Fjernvarme + Solfanger	Direkte el. (gulvvarme)	Direkte el.	Direkte el.	Direkte el.	Fjernvarme eller el.kjel	Fjernvarme	

\* Alle barnehager fra Entro database som benytter el.kjel eller fjernvarme til oppvarming, og der atskilte målinger for oppvarming er tilgjengelig, inngår her. Tallene viser arealvektet gjennomsnittlig målt spesifikk forbruk til vannbåren varme inkl. varmtvann (forbruk ved el.kjel eller fjernvarme) og til elektrisitet.

\*\* I disse barnehagene har det ikke vært mulig å skille fra hverandre energipostene romoppvarming, ventilasjonsoppvarming og varmtvann.

\*\*\* Energi til pumpedrift inngår i el.forbruk.



Figur 14: Barnehager - Spesifikk energibruk til hver energipost. Energibruk er oppgitt i hhv. [kWh/m<sup>2</sup>·år] og [%] på det øverste og det nederste diagrammet. Kilde: Entro

Kartleggingen har avdekket følgende:

- Energi til romoppvarming er den største energiposten i barnehager, med ca. 42 % av den totale energibruken. Dernest energi til ventilasjonsoppvarming med 18 %. Oppvarmingen samlet utgjør altså hele 60 % 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 lik 24 °C hvilket er høyt i forhold til andre yrkesbygg. Bruk av elektriske varmekabler kan også være en årsak til høy energibruk til romoppvarming. Uten sentral styring er de ofte i drift året rundt.
- I nyere barnehager er energibruk til oppvarming lavere, som kommer av bedre isolerte bygningskropper.
- De aller fleste barnehagene (91 %) bruker elektriske panelovner og varmekabler til oppvarming. Flertallet av barnehager har ingen energibruk til drift av pumper siden de ikke har noe vannbårent oppvarmingssystem.
- De to energipostene ventilasjon og annet el.forbruk kommer nest etter oppvarming i størrelse, og utgjør hver ca 13 % av den totale energibruken.



- 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).
- NS 3031 opererer med en energipost som heter «Utstyr». Begrepet er lett å misforstå og er derfor her erstattet med «el.forbruk utenom ventilasjon og lys». Denne posten omfatter i hovedsak energibruk til hvitevarer (kjøleskap/kjølerom, fryser, komfyr, kaffekoker, oppvaskmaskin, tørkeskap, vaskemaskin). Barnehager har også en liten kontordel som rommer gråvarer (pc, kopimaskin, printer, radio, telefon), og energibruk til disse inngår også i denne energiposten. Kjøleskap og fryser er kontinuerlig i bruk og utgjør mesteparten av denne posten.
- Energi til belysning er ganske beskjedent, ca. 9 % av den totale energibruken. Eldre lysarmaturer og lyskilder er byttet ut til fordel for energieffektivt utstyr. Ansatte er dessuten flinke til å slå av lyset etter endt arbeidstid og i rom som ikke er i bruk.
- Kjøling benyttes ikke i barnehager.
- Barnehager er i snitt i bruk 10 timer hver dag i 5 ukedager. I løpet av et år er det få dager der barnehagene holder helt stengt. Hovedregelen ser ut til å være 2-3 uker sommerferie i tillegg til fridager.

De nye barnehagene viser noen særtrekk:

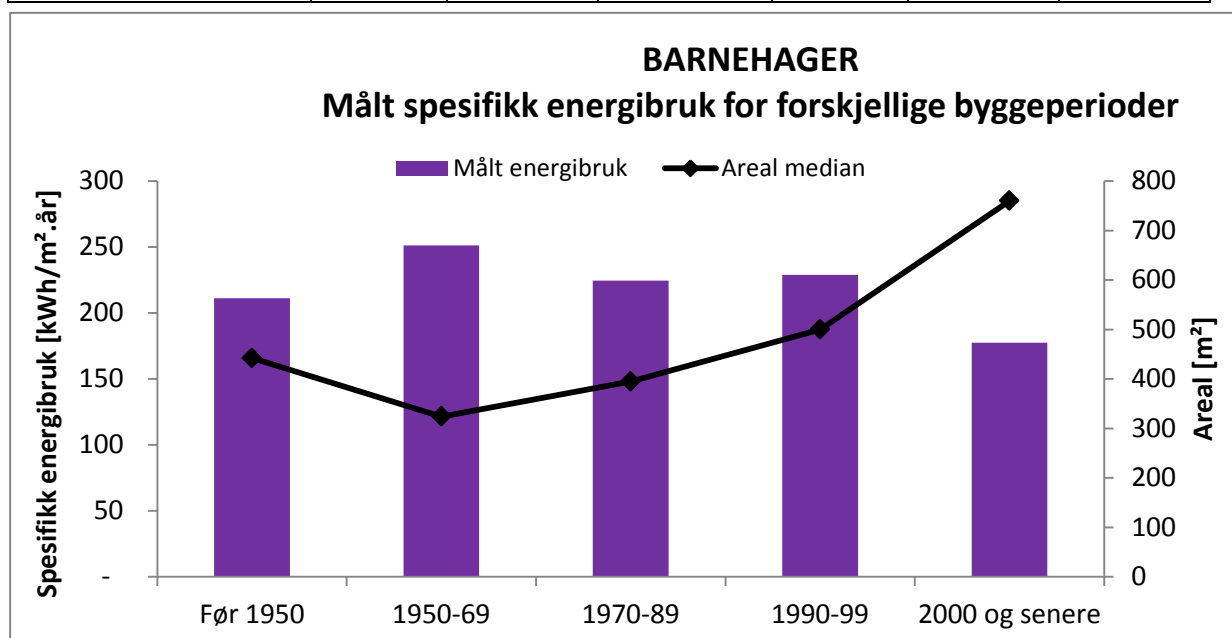
- I de nye energieffektive barnehagene (Nardo og Storøya) er oppvarmingsbehovet (energibruk til romoppvarming og ventilasjonsoppvarming) lik hhv. 27 og 31 kWh/m<sup>2</sup>·år, dvs. kun ca en fjerdedel av oppvarmingsbehovet i den representative barnehagen. Det kan tyde på at bedre isolerte bygningskropp, bedre lufttetthet og bedre varmegjenvinning fungerer etter hensikten. Det er imidlertid en stor forskjell mellom Nardo barnehage som disponerer en varmepumpe (netto energibruk til oppvarming er 2 til 3 ganger større enn kjøpt energi) og Storøya barnehage som bruker fjernvarme (netto energibruk er tilnærmet lik kjøpt energi).
- I de samme barnehagene er energibruk til ventilasjon lav men ikke lavest. Luftmengder i eldre barnehager varierer sterkt. I enkelte bygg er ventilasjonsanlegget installert i ettertids og plassbegrensninger kan føre til små aggregater og tilsvarende beskjedne luftmengder.
- I de nyere lavenergibarnehagene ligger energibruk til belysning omtrent på gjennomsnittet og ikke på et lavere nivå enn i «vanlige» barnehagebygg slik man kunne forvente. Dette kan trolig forklares med at energieffektive lyskilder i dag er lett tilgjengelige. I mange eldre bygg benyttes sparepærer i eldre lysarmaturer. Når levetiden til lysarmaturer er løpt ut er det naturlig at utskiftningen kombineres med utbedring av belysning og overgang til energieffektive armaturer.
- El.spesifikk forbruk er godt under gjennomsnittet i de nyeste barnehagene. Denne forskjellen er vanskelig å forklare. Det kan skyldes oppmerksomhet ved innkjøp av hvitevarer og/eller at hvitevarer med energiklasse A, A+ og A++ er vanlige hyllevarer i dag. Det kan i tillegg være en stordriftsfordel, dvs. at nyere barnehager er større enn tidligere og at det kjøpes større hvitevarer men ikke nødvendigvis flere. Det blir for eksempel kjøpt 1 stor fryser for hele barnehagen selv om barnehagen er større og rommer flere avdelinger. I denne sammenhengen kan man legge merke til at Storøya er den største barnehagen og har lavest spesifikt forbruk til elektrisitet utenom lys og ventilasjon.
- Forskjell i el.spesifikk forbruk kan også skyldes nye måter å drifte barnehagekjøkken på. De siste årene har enkelte barnehager gått over til bruk av catering-firma i stedet for mattilberedning selv, som da medfører redusert energibruk til komfyr, varmeplater og vannkoker. Hvor utbredt denne praksisen er, ble ikke undersøkt i prosjektet. Storøya barnehagen benytter ikke catering. Det lave energibruk til elektrisitet utenom lys og ventilasjon observert ved Storøya skyldes heller faktorene nevnt over.

### 4.1.3 Byggeår og målt energibruk

I det følgende presenteres målt energibruk for forskjellige byggeperioder

Tabell 3: Barnehager - Arealvektet gjennomsnittlig målt spesifikk energibruk for forskjellige byggeperiode, samt informasjon om antall bygg og areal. Kilde: NVE

Byggeperiode	Antall bygg [antall]	Samlet areal, alle bygg [m <sup>2</sup> ]	Spesifikk energibruk, målt [kWh/m <sup>2</sup> ·år]	Areal, median [m <sup>2</sup> ]	Areal, minst [m <sup>2</sup> ]	Areal, størst [m <sup>2</sup> ]
før 1950	22	17 948	211	442	81	5 671
1950-69	17	8 141	251	324	136	1 226
1970-89	101	48 060	225	395	131	1 804
1990-99	53	25 718	229	500	157	1 198
2000 og senere	91	80 173	178	760	132	6 591
<b>Sum</b>	<b>284</b>	<b>180 040</b>	<b>204</b>	<b>500</b>	<b>81</b>	<b>6 591</b>



Figur 15: Barnehager - Arealvektet gjennomsnittlig målt spesifikk energibruk og median areal for forskjellige byggeperioder. Kilde: NVE

Ifølge NVEs energimerkedatabase er energibruk lavest i de nyeste barnehagene. Det høyeste energiforbruk er registrert i barnehager bygget mellom 1950-1969. Etter denne perioden går energibruken ned for hver byggeperiode. Denne utviklingen er i tråd med endringene som har vært gjort i byggeforskriftene over tid. Ved hver ny utgivelse av forskriftene har det vært strengere krav til isolering av bygningskroppen.

Figur 15 viser dessuten en trend der areal for barnehagebyggene øker gradvis med byggeår. Barnehagene bygget før 1950 ser ut til å motsi denne trenden. Vi tror imidlertid at median areal for barnehagene bygget før 1950 er misvisende og blir dratt opp av noen store barnehagebygg. Noen av de eldste byggene er trolig eldre fabrikkbygninger som er pusset opp i de senere år og fått nytt bruksområde som barnehager. Blant de eldste byggene er det 4 barnehager der oppvarmet areal er

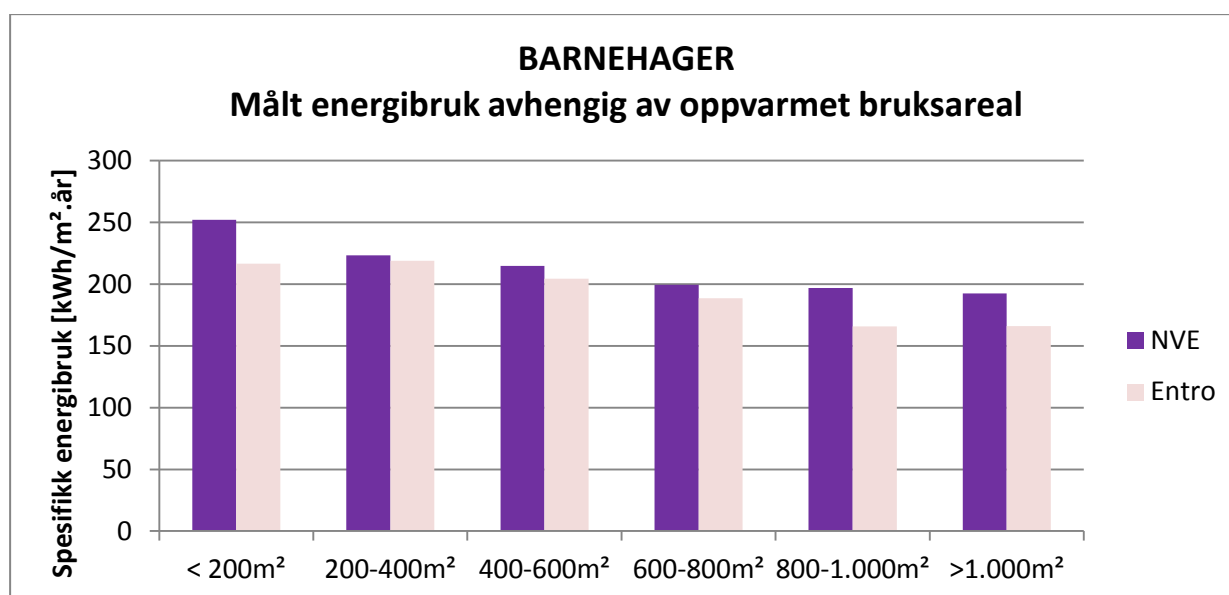
større enn 1.000 m<sup>2</sup>. Det største arealet er 5.671 m<sup>2</sup>. Et bruksareal over 1.000 m<sup>2</sup> var en uvanlig størrelse for en barnehage for 60 år siden. De 4 største barnehagene ligger i Oslo der kommunen de siste 10 årene har satset på store barnehagebygg. Ved energimerking er det opp til den som utsteder energiattesten å vurdere om bygget har vært igjennom en så stor ombygging at året for ombyggingen må registreres fremfor byggeåret. De største barnehagene blant de eldste byggene er trolig registrert med det opprinnelige byggeåret selv om de ble bygd om og tatt i bruk som barnehager de senere årene. Datasettet fra NVE inneholder anonymiserte bygg, noe som gjør at påstanden ikke har vært mulig å verifisere.

#### 4.1.4 Bruksareal og målt energibruk

Under vises utviklingen av den spesifikke energibruken når oppvarmet bruksareal øker. Siden informasjon om oppvarmet bruksareal per bygg var tilgjengelig i både NVEs energimerkedatabase og i Entros database er begge datasett presentert.

Tabell 4: Barnehager - Arealvektet gjennomsnittlig målt spesifikk energibruk som funksjon av oppvarmet bruksareal. Kilde: NVE, Entro

Oppvarmet bruksareal	NVE			Entro		
	Antall bygg [antall]	Samlet areal [m <sup>2</sup> ]	Spesifikk energibruk [kWh/m <sup>2</sup> ·år]	Antall bygg [antall]	Samlet areal [m <sup>2</sup> ]	Spesifikk energibruk [kWh/m <sup>2</sup> ·år]
0-200 m <sup>2</sup>	25	3 840	252	10	1 389	217
200-400 m <sup>2</sup>	71	21 143	223	84	26 571	219
400-600 m <sup>2</sup>	87	43 526	215	113	56 168	205
600-800 m <sup>2</sup>	36	24 489	199	67	46 397	188
800-1.000 m <sup>2</sup>	20	17 820	197	27	23 961	166
>1.000 m <sup>2</sup>	45	69 222	192	31	40 419	166
I alt	<b>284</b>	<b>180 040</b>	<b>204</b>	<b>332</b>	<b>194 905</b>	<b>190</b>



Figur 16: Barnehager - Arealvektet gjennomsnittlig målt spesifikk energibruk som funksjon av bruksareal [kWh/m<sup>2</sup>·år]. Kilde: NVE, Entro

Spesifikk energibruk i barnehager minsker når oppvarmet bruksarealet øker. Formfaktoren, dvs. forholdet mellom bygningskallets areal og bebygd areal [15], blir som regel mindre jo større bruksarealet er. Blant annet fordi store barnehager bygges over flere plan mens små ofte kun har ett plan. Med andre ord blir det utvendige arealet som fører til varmetap mindre relativt til oppvarmet bruksareal når byggene blir større, noe som gjenspeiler seg i den spesifikke energibruken. Forbrukstallene fra NVE og fra Entro viser den samme tydelige trenden.

Figur 16 viser at Entros tall er lavere enn NVEs tall for samtlige arealintervaller. I forbindelse med energimerking er det vanlig å foreta en kontrollberegning av oppvarmet bruksareal. Det oppdages ofte avvik mellom denne arealberegningen og tidligere arealinformasjon. Areal fra energimerkingen er nesten alltid mindre enn tidligere beregnet areal. Vi tror 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 alltid ligger høyere enn tallene fra SSB, Enova og Entro.

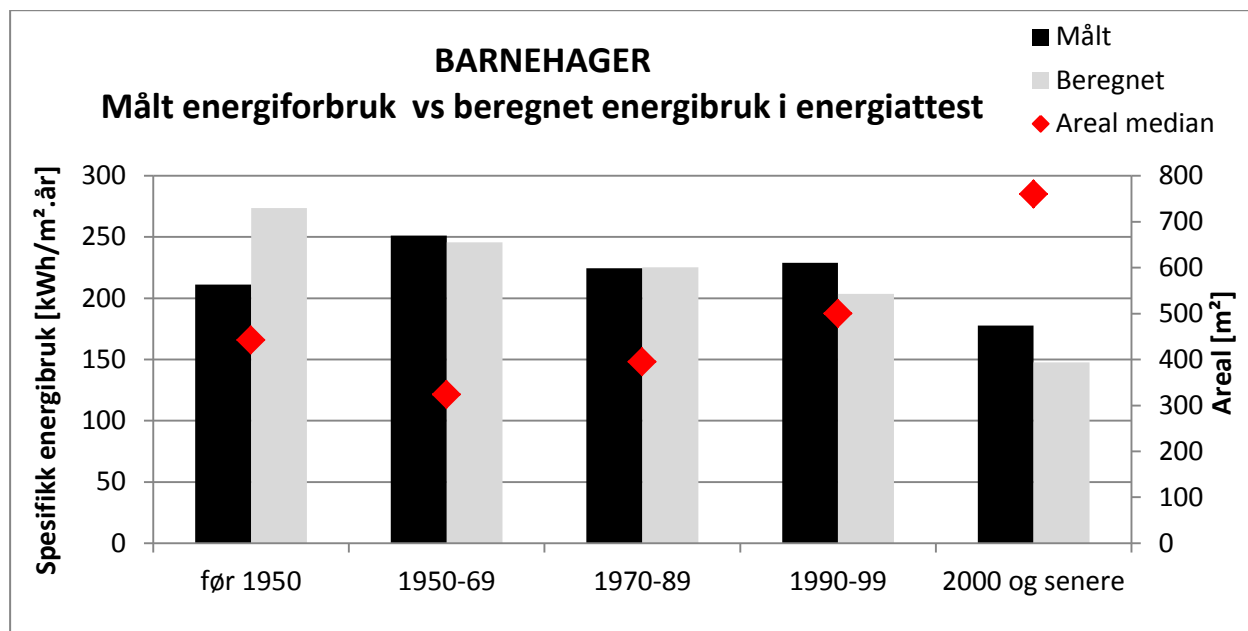
#### 4.1.5 Beregnet og målt energibruk i energiattest

NVEs energimerkedatabase inneholder informasjon om både målt og beregnet levert energi. Beregning av levert energi ved utstedelse av energiattest er basert på normaliserte inputdata for blant annet varmtvann, belysning, teknisk utstyr, driftstider, settpunkttemperaturer og klima. Under reell drift vil driftsparametere nødvendigvis variere fra de normerte parametere fastsatt i beregningen. Tallene for beregnet og målt energibruk er ikke sammenlignbare for enkeltbygg. Ved sammenligning av et stort antall bygg kan man likevel anta at de reelle driftsparametere i snitt er sammenlignbare med de normerte.

Fremstilling av målt og beregnet energibruk i forhold til byggeår vises under. Inndelingen vi har brukt for byggeår er den samme som SSB benytter.

Tabell 5: Barnehager – Målt og beregnet arealvektet gjennomsnittlig spesifikk energibruk ført i energiattest. Kilde: NVE

NVE	Antall bygg [antall]	Areal [m <sup>2</sup> ]	Spesifikk energibruk, målt [kWh/m <sup>2</sup> ·år]	Spesifikk energibruk, beregnet [kWh/m <sup>2</sup> ·år]
før 1950	22	17 948	211	274
1950-69	17	8 141	251	246
1970-89	101	48 060	225	225
1990-99	53	25 718	229	204
2000 og senere	91	80 173	178	148
<b>Sum</b>	<b>284</b>	<b>180 040</b>	<b>204</b>	<b>193</b>



Figur 17: Barnehager - Målt og beregnet energibruk i forhold til byggeårsperiode [kWh/m²·år]. Kilde: NVE

Det beregnede forbruket blir mindre jo nyere barnehagen er. Utviklingen er som forventet med tanke på at byggeforskriftene har blitt strengere med årene. For barnehager bygd etter 1950 minsker også det målte forbruket i takt med alderen på bygget.

NVEs energimerkedatabase inneholder flest barnehager bygget mellom 1970 og 1989. For denne bygningsperioden er målt og beregnet energibruk nesten lik. Den nest største gruppen i utvalget er barnehager bygget etter 2000 som inneholder 91 barnehager. For denne gruppen er den rapporterte målte energibruken 30 kWh/m²·år større enn det beregnede forbruket. En bør imidlertid være oppmerksom på at den beregnede energibruken for byggeperioden er lav med et snitt lik 148 kWh/m²·år. Utvalget er basert på 72 barnehager bygget mellom 2000 og 2009 og 19 barnehager bygget etter 2009, dvs. 72 barnehager som sannsynligvis er bygget etter TEK97 og 19 etter TEK07. Skillet er valgt ved 2009 fordi TEK07 kom i 2007 med en overgangsperiode frem til 1.august 2009 [14]. Når gruppen deles i to i forhold til 2009 blir målt energibruk hhv. 179 og 174 kWh/m²·år før og etter 2009, mens den beregnede er hhv. 158 og 124 kWh/m²·år. Disse tallene viser at det største avviket ligger i de nyeste byggene. Den målte energibruken ligger 50 kWh/m²·år (40 %) over den beregnede verdien. Det kan se ut som om de aller nyeste byggene ikke klarer å oppnå like gode energiytelser som ønsket og/eller at energiberegningene er overoptimistiske. Det er likevel vanskelig å trekke en konklusjon med et så lite utvalg. Færre bygg bidrar til økt usikkerhet i resultatene.

Når det gjelder innetemperaturen i barnehager ser det ut til å være stor forskjell mellom den normaliserte beregningen og de reelle forhold. I beregningen skal det benyttes en romtemperatur lik 21 °C i driftstiden og 19 °C utenfor driftstiden, mens barnehagene som regel har høyere romtemperaturer enn dette i virkeligheten, trolig rundt 23-24 °C. Dette er med på å skape en betydelig forskjell mellom beregnet og målt energibruk.

Figur 17 viser en trend der målt energibruk er mindre enn beregnet i eldre bygg og høyere enn beregnet i nyere bygg. Trenden gjelder alle bygningskategoriene omfattet av denne rapporten, og har også vært observert for kontorbygg og forretningsbygg i tidligere publikasjoner fra NVE [2][3]. For å

forstå disse forskjellene bør en være kjent med forutsetningene som ligger bak energimerkeberegningen [16] [17] og som følger av standarden NS 3031 [4].

NS 3031 fastsetter minste tillatte luftmengder som må brukes i beregningen. For en barnehage er den minste tillatte luftmengden lik  $8 \text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$  i driftstiden og  $2 \text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$  utenfor driftstiden. I en eldre barnehage kan tilgjengelig friskluftmengde for eksempel være kun  $6 \text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$ , dvs. mindre enn den minste tillatte luftmengde, samt at ventilasjonsanlegget blir slått av om natten (luftmengde utenfor driftstiden er  $0 \text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$ ). Beregning av energibruk med minste tillatte luftmengde vil i et slikt tilfelle gi et større beregnet forbruk enn om beregningen hadde vært utført med den reelle luftmengden som er tilført barnehagen over døgnet.

Videre skal beregningen gjenspeile varmegjenvinneren som er tilgjengelig i det eksisterende ventilasjonsanlegget. Når det eksisterende ventilasjonsanlegget ikke kan levere den minste tillatte luftmengden, skal kun den reelle luftmengden beregnes med varmegjenvinner. Se avsnitt 10.1 på side 22 i Veileder til forskrift om energivurdering av tekniske anlegg og energimerking av bygninger [16], samt side 51 og 52 i Praktisk veileder for energimerking [17]. Eksempel: En eldre barnehage har de senere år fått montert et ventilasjonsanlegg med roterende varmegjenvinner som har en årlig temperaturvirkningsgrad lik 70 %. På grunn av plassmangel leverer ventilasjonsanlegget kun  $6 \text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$  friskluft. Ved energimerking av barnehagen beregnes da energibruken ut fra  $6 \text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$  luftmengde med en virkningsgrad for varmegjenvinner lik 70 %, og  $2 \text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$  luftmengde der virkningsgrad for varmegjenvinner er 0 % ( $6 + 2 = 8$  som er minste tillatte luftmengde i driftstid). Ved energimerking antas at luftmengde som ikke er tilgjengelig via ventilasjonsanlegget må skaffes ved naturlig ventilasjon, for eksempel ved vinduslufting. Denne forutsetningen gir større beregnet forbruk enn om beregningen hadde vært utført med en fiktiv varmegjenvinner.

Energimerket utgis med et mål om å gjenspeile bygningens energikvalitet gitt like gode innklimaytelser. Energimerket skal ikke ta hensyn til brukeren eller driften av bygget. Av den grunn er energimerket basert på normaliserte inputdata. I bygg der den tilgjengelige luftmengden er mindre enn den minste tillatte luftmengde i energimerkeberegningen (som regel i eldre bygg), kan den beregnede energibruken bli kunstig stor.

En bør dessuten være oppmerksom på at tallene for beregnet energibruk for de forskjellige byggeperioder (gråe søyler i figur 17) er sammenlignbare. Alle beregningene er basert på de samme normerte forutsetninger, også når det gjelder tilført luftmengde. Den målte energibruken er ikke sammenlignbar over tid når det gjelder ventilasjon. Faktisk tilført friskluftmengde i hvert enkelt bygg registreres ikke ved energimerking. Informasjonen er ikke tilgjengelig i NVEs database. Vi vet følgelig ikke hvor mye de reelle luftmengdene varierer mellom de forskjellige byggeperiodene, men vi tror at eldre bygninger ventileres med lavere luftmengder enn nyere bygninger. Bygninger oppført før 1950 ventileres sannsynligvis med de laveste luftmengdene. Innklima i de eldste byggene har trolig lavere kvalitet enn i de nyere bygninger og gjør at sammenligning på tvers av byggeperiodene ikke er helt relevant. Til sammenligning kan en eldre støvsuger bruke mindre energi enn en ny, men også samle mindre støv. Når støvinnstillingsytelsen er annerledes, blir sammenligning av energibruken skjevt.

Forståelse av avvik mellom målt og beregnet forbruk krever analyse av alle forskjellene mellom de normaliserte inputdata og de reelle driftsparametere. En slik kartlegging krever detaljert kunnskap om hvert bygg og faller utenfor oppdragets mandat.

## 4.2 Skolebygg

### 4.2.1 Spesifikk energibruk i skolebygg

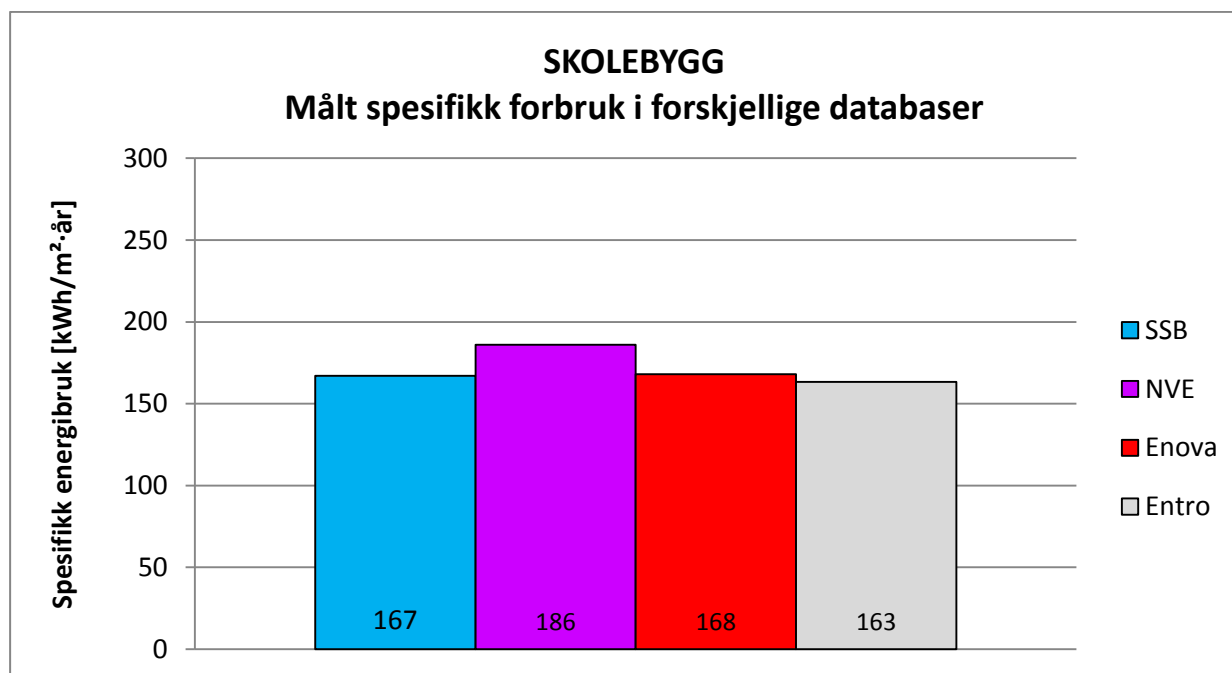
Arealvektet gjennomsnittlig målt spesifikk energibruk i skolebygg vises i tabell 6 og figur 18.

Tabell 6: Arealvektet gjennomsnittlig målt spesifikk energibruk i skolebygg, samt informasjon om utvalget. Kilde: SSB [7], NVE [8], Enova [9], Entro [10], Statsbygg [11].

Kilde	Antall bygg [antall]	Gjennomsnittlig areal [m <sup>2</sup> ]	Spesifikk energibruk, målt [kWh/m <sup>2</sup> ·år]	Utvalgets areal [m <sup>2</sup> ]
SSB *	784	4 193	167	3 287 312
NVE	876	3 306	186	2 895 748
Enova *	773	4 123	168	3 187 120
Entro	537	5 202	163	2 793 646
Statsbygg**	3	4 136	212	12 410

\* I SSBs og Enovas tall er underkategori 612 Barnehage inkludert i bygningskategori 61 skolebygning. I Enovas utvalg inngår 155 barnehager som utgjør 96.075 m<sup>2</sup>. De representerer kun 3 % av skolenes utvalg, og utgjør dermed ingen nevneverdig forskjell i angitt spesifikk forbruk for skoler.

\*\* Statsbyggs snitt for skoler vises ikke i diagrammet under fordi tallet er basert på kun 3 skolebygninger.



Figur 18: Arealvektet gjennomsnittlig målt spesifikk energibruk i skolebygg [kWh/m<sup>2</sup>·år] rapportert i forskjellige databaser. Kilde: SSB [7], NVE [8], Enova [9], Entro [10]

Skolebygning er den bygningskategorien blant undervisningsbyggene der statistikkene inneholder flest bygninger. De fire forskjellige databasene viser at gjennomsnitt for målt spesifikt forbruk i skolebygg går fra 163 til 186 kWh/m<sup>2</sup>·år. Det er en forskjell på ca. 15 % mellom det laveste og det høyeste snittet.

NVEs snitt for skolebygg viser et gjennomsnittlig målt spesifikt forbruk på 186 kWh/m<sup>2</sup>·år. NVEs database skiller mellom undervisningslokaler, skoler med idrettshall og skoler med svømmeanlegg. Snittet på 186 kWh/m<sup>2</sup>·år 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/m<sup>2</sup>·år. Skolebygg med svømmehall og med idrettshall har et gjennomsnitt spesifikt forbruk lik hhv. 216 og 184 kWh/m<sup>2</sup>·år. Vi ser at det er svært liten forskjell på spesifikk energibruk i skoler med og uten idrettshall.

Gjennomsnittlig målt spesifikt forbruk fra NVE er høyest. Som forklart i avsnitt 4.1.4 skyldes det sannsynligvis at oppvarmet bruksareal er mer nøyaktig beregnet i forbindelse med energimerking enn det blir gjort i de andre sammenhenger. Entros erfaring er at byggenes areal blir rettet opp i energioppfølgingsystemet i etterkant av energimerkingen. Rettelsen består nesten alltid i et nytt oppvarmet areal som er mindre enn arealet som var ført tidligere.

Tallene fra Entro ligger lavest med 163 kWh/m<sup>2</sup>·år. Byggene i utvalget til Entro bruker et energioppfølgingsystem, og erfaringer viser at aktiv bruk av dette systemet reduserer energibruken. I utvalget til Entro er det et flertall av barneskoler. I følge SSB er barneskoler og videregående skoler de mest energigjerrige skolebygg, og bruker mindre energi enn ungdomskoler. Entros snitt antas å gjenspeile de meste energieffektive skolebygninger.

SSBs og Enovas statistikk gjenspeiler hhv. 3,3 millioner og 32 millioner m<sup>2</sup>, og inneholder de største arealene av skoler. Til sammenligning inneholder NVEs statistikk flest bygg, men disse har lavest gjennomsnittlig areal. Det kommer av at man ved energimerking utsteder en energiattest for hver enkelt bygning dersom skolen består av flere enkeltbygg. Mens til SSB eller Enova rapporteres energibruken for et helt skoleanlegg samlet.

Snittet til Enova er 168 kWh/m<sup>2</sup>·år. Byggene som inngår i utvalget til Enova har fått støtte til energiøkonomiseringstiltak og har spesielt fokus på energibruken. Denne statistikken kan derfor ikke anses som representativ for den gjennomsnittlige norske bygningsmassen av skoler.

Ifølge SSB er gjennomsnittlig spesifikt forbruk i skolebygg lik 167 kWh/m<sup>2</sup>·år. SSBs snitt ligger inntil snittet fra Enova, og er lavere enn snittet fra NVE. Den norske bygningsmassen av skolebygg inneholder både bygningseiere med og uten fokus på energieffektivitet. Vi tror at spesifikt forbruk fra SSB gjenspeiler hele den norske bygningsmassen av skolebygg.

Gjennomsnittlig spesifikk energibruk i norske skolebygg antas å ligge rundt 170 kWh/m<sup>2</sup>·år (kjøpt energi).

I følge SSB [7] har skolebygninger og bygninger for religiøse aktiviteter lavest energibruk av alle bygningstyper. Relativt kort brukstid og begrenset mengde energikrevende utstyr nevnes som viktig del av årsaken til lav energibruk. Lastprofilene som er tilgjengelige i Entros database viser at de fleste skoler har 7-8 timer drift i 5 ukedager, og at mange skoler holder stengt i 12 uker i løpet av et år (vinter-, påske-, sommer-, høst- og juleferie).



### 4.2.2 Målt formålsdelt energibruk

Formålsdelt energibruk ble kartlagt ved hjelp av informasjon tilgjengelig i Entros database [10], informasjon fra Nydalen videregående skole, tidligere publikasjon om målt formålsdelt energibruk i Marienlyst skole [15] samt spørsmål til Undervisningsbygg i Oslo, Bærum kommune og Kristiansand kommune.

Entros utvalg består av 537 skoleanlegg. Blant disse er det 148 skoler (28 %) som benytter fjernvarme til å dekke oppvarmingsbehovet og 47 skoler (9 %) har en el.kjel kombinert med enten olje- eller bioolje- kjel til spisslast. Flertallet av skolene, resterende 63 %, benytter elektrisk oppvarming i form av panelovner eller varmekabler.

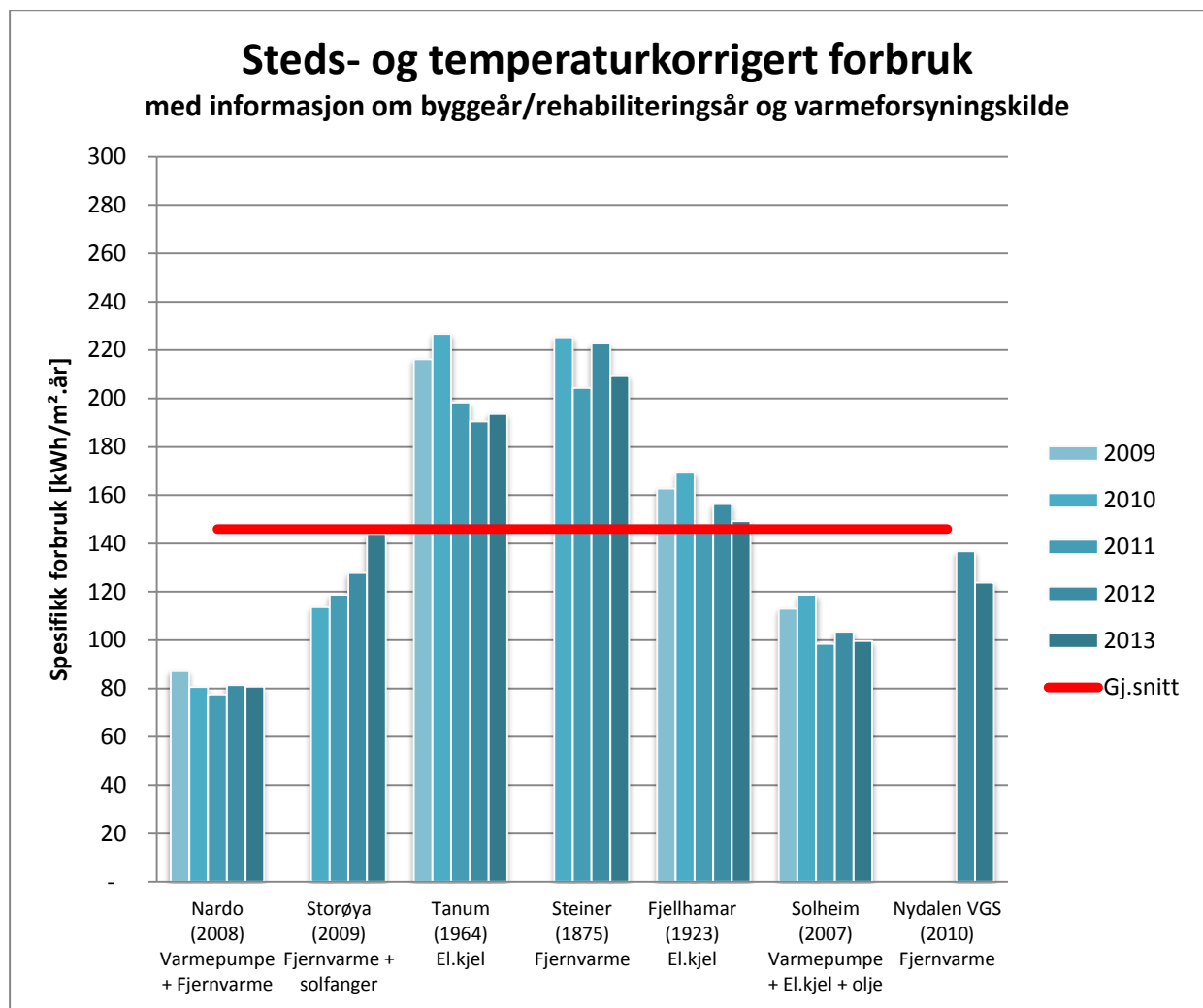
Til sammenligning har 49 % av skolebygninger et sentralvarmeanlegg i utvalget til SSB [7]. I samme utvalget har 49 % av skolebygg panelovner og 21 % bruker varmekabler. Summen blir ikke 100 % fordi SSB rapporterer om andel bygg som benytter de forskjellige oppvarmingssystemene, ikke om hovedvarmekilden. Et skolebygg med radiatorer i klasserom, panelovner i gymsalen og varmekabler i foajeen blir ført flere steder i statistikken. I utvalget til SSB benytter 11 % av skolebygninger varmepumpe til oppvarming.

Romkjøling benyttes ikke i skolebygg. I Entros utvalg (primært kommunale skolebygg) er det noen få skoler med varmepumpe som også bruker varmepumpen til kjøling av ventilasjonsluften om sommeren. I SSBs statistikk (31 % fylkeskommunale bygg) bruker 6 % av skolebygg energi til kjøling. SSBs utvalg inkluderer videregående skoler (fylkeskommunale bygg) som kan ha mer behov for kjøling enn andre skolebygg.

Steds- og graddagskorrigert målt energibruk i perioden 2009-2013 for 7 skolebygg vises i figur 19. Målt forbruk uten korrigeringer er tilgjengelig i vedlegg D. Temperaturkorreksjon hadde nesten ingen betydning for forbrukstallene for de 3 nyeste skolebyggene (Nardo, Storøya og Nydalen) og for Solheim skole som har en varmepumpe til varmeforsyningen. For de 3 andre skolebyggene utgjør korrigeringen i snitt 3 kWh/m<sup>2</sup>·år. Dette tyder på et lavt energibruk til oppvarming i Nardo, Storøya, Nydalen og Solheim skole, i motsetning til de 3 andre skolene. Som for barnehager er graddagskorrigerings i 2013 ubetydelig fordi graddagene var ganske like normalen i både Trondheim og Oslo-området. Årene 2010 og 2011 har avviket mest fra et normalt år og korrigeringen ligger mellom 10 og 18 kWh/m<sup>2</sup>·år avhengig av bygget man ser på.

Storøya skole ble ferdigstilt i 2009. For denne skolen inneholder Entros database kun 4 år med målerdata. Nydalen VGS ble ferdigstilt i 2010 og man disponerer kun 2 hele år med målerdata, men er likevel inkludert i dette utvalget grunnet den meget godt detaljerte målerstrukturen. Ved Steinerskolen i Oslo ble det foretatt en konvertering fra oljekjel til fjernvarme i 2008/2009. Av den grunn ble rapportert varmekonsum i 2008 og 2009 mangelfull. Datasett er først fullstendig i 2010.

Spesifikk energibruk varierer mye blant de 7 skolene. Den mest energieffektive skolen bruker kun 40 % av energibruken sammenlignet med den minst energieffektive skolen. Nardo skole bruker i snitt 81 kWh/m<sup>2</sup>·år. I Tanum skole nådde derimot spesifikk energibruk nesten 227 kWh/m<sup>2</sup>·år i 2010, og snittet er lik 205 kWh/m<sup>2</sup>·år.



Figur 19: Skolebygg - Steds- og temperaturkorrigert energibruk med informasjon om byggeår/rehabiliteringsår og varmforsyningskilde i perioden 2009-2013 Kilde: Entro

For de 7 skolene ligger snittet rundt 150 kWh/m<sup>2</sup>·år og er noe lavere enn gjennomsnittstallene fra SSB, NVE, Enova og Entro (hvh. 167, 186, 168 og 163 kWh/m<sup>2</sup>·år). Det lave snittet skyldes at det er 3 nyere skolebygg i utvalget i tillegg til et skolebygg med varmpumpe. Skolebyggene er valgt ut pga. antall målere som er installert i skolebygget og hvordan målerstrukturen er satt opp i forhold til formålsdelingen dette prosjektet er interessert i. Det er få skolebygg som har omfattende målerinstallasjoner, og enda færre som har en målerstruktur relevant for prosjektet. De 7 skolene som er valgt var de eneste som var bra nok instrumentert.

Tabell 7 oppsummerer kartleggingen av formålsdelt energibruk som er gjort for skolebygg.

Utfra alle målte dataene er det forsøkt å definere et representativt skolebygg. Tallene for det representative bygget vises i kolonnen til høyre i tabell 7 samt i figur 20.

Tabell 7: Skolebygg- Kartlegging av formålsdelt energibruk. Tallene viser kjøpt energi. Kilde: Entro [10], Nydalen VGS, Drammen Eiendom KF [15]

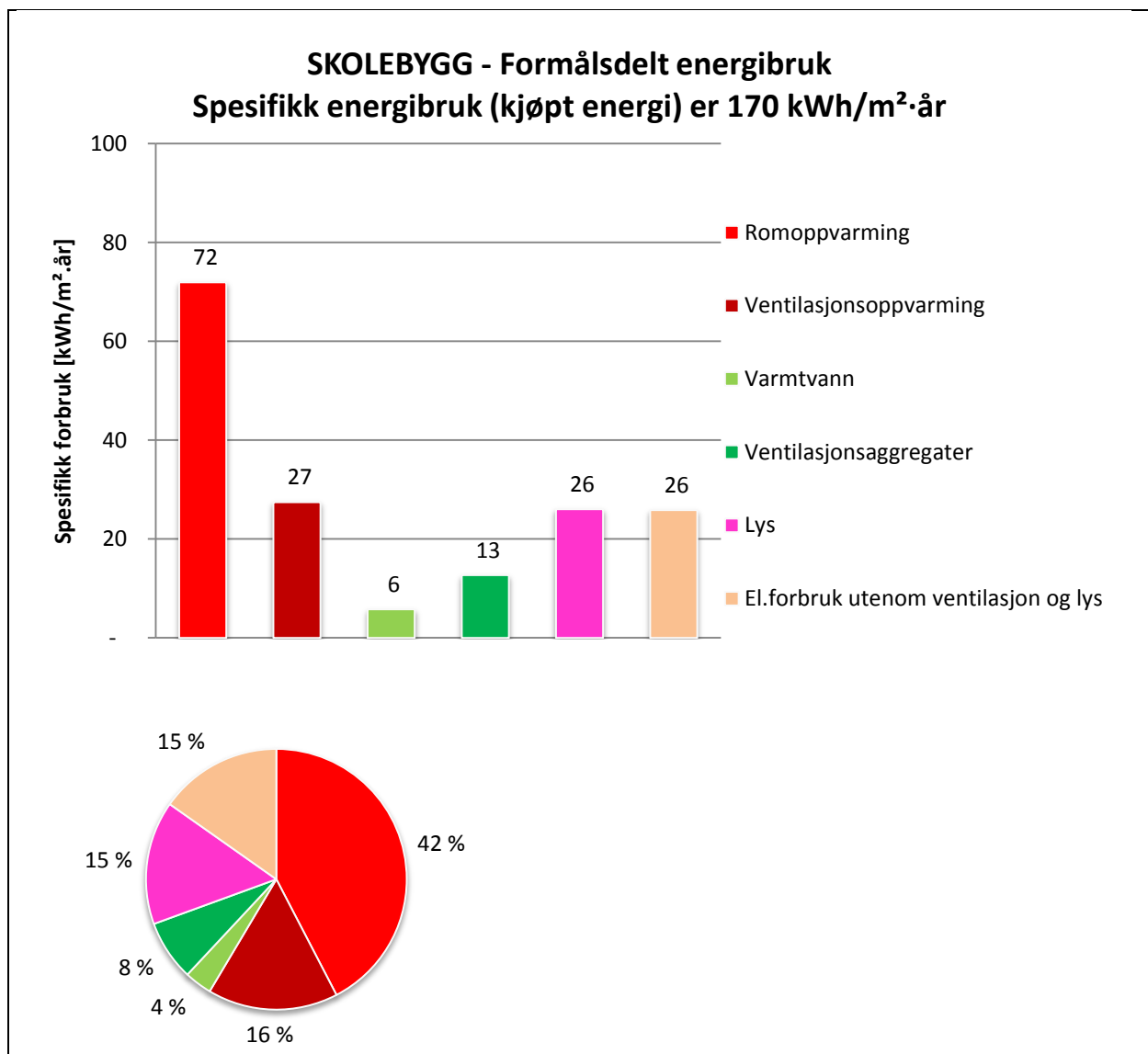
Bygg	Marienlyst skole <sup>(1)</sup>	Nardo skole	Storøya skole	Tanum skole	Steiner skole	Fjellhamar	Solheim	Nydalen VGS	138 skoler <sup>(2)</sup>	59 skoler <sup>(2)</sup>	Representativt skolebygg
Energipost	[kWh/m <sup>2</sup> ·år]	[kWh/m <sup>2</sup> ·år]	[kWh/m <sup>2</sup> ·år]	[kWh/m <sup>2</sup> ·år]	[kWh/m <sup>2</sup> ·år]	[kWh/m <sup>2</sup> ·år]	[kWh/m <sup>2</sup> ·år]	[kWh/m <sup>2</sup> ·år]	[kWh/m <sup>2</sup> ·år]	[kWh/m <sup>2</sup> ·år]	[kWh/m <sup>2</sup> ·år]
Romoppvarming	16,3	10,7	26	} <sup>(3)</sup> 112	} <sup>(3)</sup> 133	} <sup>(3)</sup> 95	} <sup>(3)</sup> 45	43	} <sup>(3)</sup> 103	} <sup>(3)</sup> 94	72
Ventilasjonsoppvarming	6,2	6,2	28					16			27
Varmtvann	3,1	8,4	2	14	5	4	4	1		6	6
Ventilasjonsaggregater	12,8	<sup>(4)</sup> 12,5	22	14	15	8	14	8	} <sup>(4)</sup> 64	} <sup>(4)</sup> 60	13
Lys	13,3	22,2	} 48	37	25	30	22	24			26
Utstyr	13,9	20,6		27	37	19	20	34	26		
Kjøling	0	0,9	0	0	0	0	0	4	0	0	0
Sum årlig spesifikk energibruk [kWh/m <sup>2</sup> ·år]	65,6	81,5	126	205	215	157	113	130	166	160	170
Tilleggsinformasjon											
Areal [m <sup>2</sup> ]	6 454	5 484	9 856	3 371	3 900	9 681	4 067	8 182	812 343	429 103	
Byggeår / Rehabilitering	2010	2009	2009	Flere byggetrinn: 1964, 1972, 1993	1875	Flere byggetrinn: 1923, 1956, 1961, 1996, 2001	2007	2010	-		
Varmeforsyning	Fjernvarme	Varme-pumpe + Fjernvarme	Fjernvarme + Solfanger	El.kjel + olje	Fjernvarme	El.kjel + olje	Varme-pumpe + El.kjel + olje	Fjernvarme	Fjernvarme eller el.kjel	Fjernvarme	

<sup>(1)</sup> Formålsdelt energibruk ved Marienlyst skole er tidligere publisert og er ført her som et supplement til kartleggingen som er gjort [15].

<sup>(2)</sup> Alle skoler fra Entros database som benytter el.kjel eller fjernvarme til oppvarming og der atskilte målinger for oppvarming er tilgjengelig inngår her. Tallene viser arealvektet gjennomsnittlig målt spesifikk forbruk til oppvarming (forbruk ved el.kjel eller fjernvarme) og til elektrisitet.

<sup>(3)</sup> I disse skoler har det ikke vært mulig å skille fra hverandre energipostene knyttet til oppvarming.

<sup>(4)</sup> Tallet som er rapportert inneholder også energibruk til pumpedrift.



Figur 20: Skolebygg - Spesifikk energibruk til hver energipost. Energibruk er oppgitt i hhv. [kWh/m<sup>2</sup>·år] og [%] på det øverste og det nederste diagrammet. Kilde: Entro

Kartleggingen har avdekket følgende:

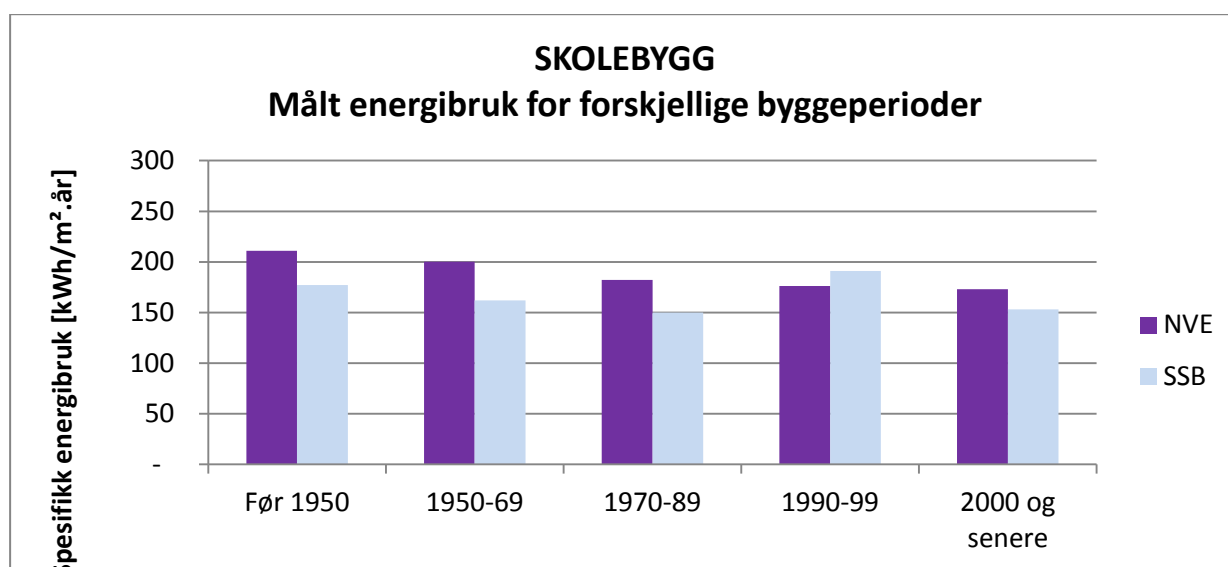
- Rom- og ventilasjonsoppvarming samlet utgjør 58 % av den totale energibruken. Spesifikt står romoppvarmingen for 42 % og ventilasjonsoppvarmingen for 16 %.
- Energibruk til ventilasjonsaggregater er overraskende liten (8 % av totalt forbruk). I de 7 skolebyggene som er med i utvalget følger driften 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.
- Energibruk til belysning er moderat, ca. 15 % av den totale energibruken. De fleste skolebygg i dag har energieffektive lyskilder. Og det er vanlig å benytte sparepærer i eldre lysarmaturer.

### 4.2.3 Byggeår og målt energibruk

I det følgende presenteres målt energibruk etter byggeår. Informasjon kommer fra SSBs statistikk for bygningsgruppen skolebygg, Enovas byggstatistikk samt NVEs energimerkedatabase. Byggeår skal fremstå på energiattest og er følgelig en del av bakgrunnsinformasjon som må oppgis ved energimerking av bygg. SSBs og Enovas statistikk bruker ikke den samme inndelingen for byggeårsperiodene. SSB opererer med 20 og 10 års- intervaller (5 tidsintervaller til sammen) mens Enova forholder seg for noen tidsintervaller til utgivelsesår for byggeforskriftene (7 tidsintervaller). For å kunne sammenligne er grunnlagsdata fra NVE omregnet for begge inndelingene.

Tabell 8: Skolebygg - Arealvektet gjennomsnittlig målt spesifikk energibruk for forskjellige byggeperioder med informasjon om utvalgets areal. Kilde: SSB, NVE.

Byggeår	NVE		SSB	
	Samlet areal [m <sup>2</sup> ]	Spesifikk energibruk, målt [kWh/m <sup>2</sup> ·år]	Samlet areal [m <sup>2</sup> ]	Spesifikk energibruk, målt [kWh/m <sup>2</sup> ·år]
før 1950	323 879	211	n.a.	177
1950-69	686 296	200	n.a.	162
1970-89	833 446	182	n.a.	150
1990-99	306 068	176	n.a.	191
2000 og senere	795 451	173	n.a.	153
<b>SUM</b>	<b>2 895 748</b>	<b>186</b>	<b>3 287 312</b>	<b>167</b>



Figur 21: Skolebygg - Arealvektet gjennomsnittlig målt spesifikk energibruk for forskjellige byggeperioder [kWh/m<sup>2</sup>·år]. Kilde: SSB, NVE

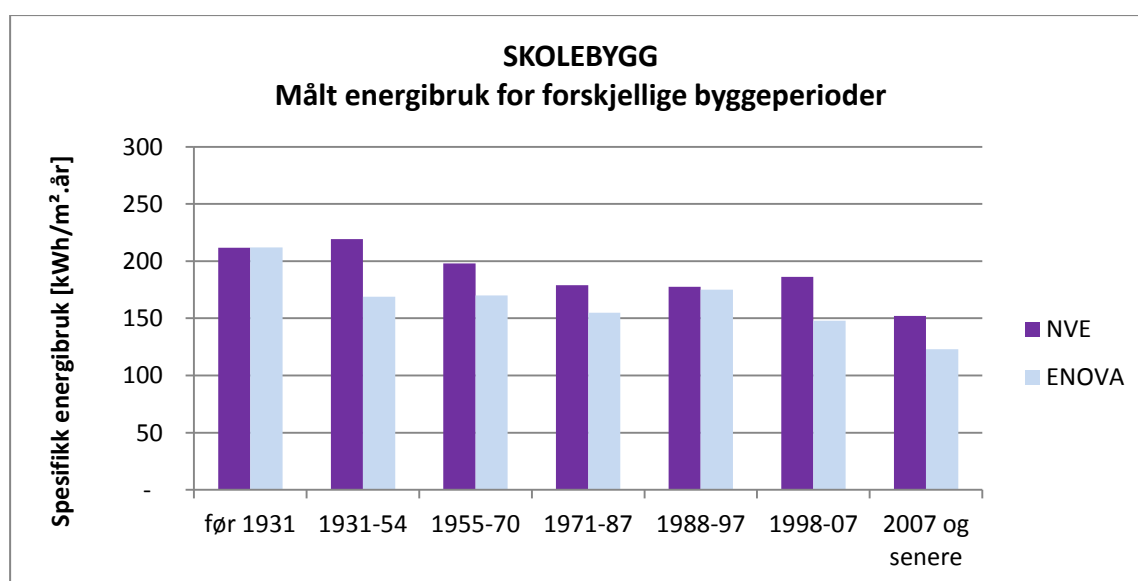
Iht. NVE går energibruken ned i takt med alderen på skolebygget. SSB viser nesten samme trend, bortsett fra et hopp i perioden 1990-1999. Det var en periode da roterende varmegjenvinnere ikke var ønsket i skolebygg. Risiko for smitte av forurensingene fra avtrekksluften til tilluften gjennom roterende varmegjenvinner ble vurdert så stor at man unngikk den type varmegjenvinner [20] og valgte annen type varmegjenvinner med dårligere virkningsgrad. Posten ventilasjonsoppvarming i skoler er så stor at det kan være denne praksisen som er synlig i SSBs statistikk. Et tilsvarende hopp synes på figur 21. Den inntreffer i 1988-1997 for Enovas tall og i 1998-2007 for NVEs tall. De senere årene er roterende varmegjenvinnere tatt i bruk igjen i skolebygg [21] og [22].

Rapporten fra SSB [7] viser energibruk etter byggeår for de tre byggtypene med flest observasjoner (kontorbygning, forretningsbygning og skolebygning) og konkluderer med at «Statistikken viser ingen sterk sammenheng mellom byggeår og energibruk, selv om det for kontorbygg, forretningsbygg og skolebygg er en viss tendens til lavere energibruk for nyere bygg. Dette er blant byggtypene med flest data i statistikkgrunnlaget, og derfor har disse byggene det beste grunnlaget for å vise en sammenheng mellom energibruk og byggeår. Økte krav til komfort og inneklime kan til en viss grad ha bidratt til at ikke nyere bygg har enda lavere energibruk.»

Tabell 9: Skolebygg - Arealvektet gjennomsnittlig målt spesifikk energibruk for forskjellige byggeperioder med informasjon om utvalgets areal. Kilde: Enova, NVE.

Byggeår	NVE		Enova	
	Samlet areal [m <sup>2</sup> ]	Spesifikk energibruk, målt [kWh/m <sup>2</sup> ·år]	Samlet areal [m <sup>2</sup> ]	Spesifikk energibruk, målt [kWh/m <sup>2</sup> ·år]
før 1931	264 091	212	354 000	212
1931-54	152 148	219	256 000	169
1955-70	645 201	198	999 000	170
1971-87	730 125	179	996 000	155
1988-97	235 938	177	241 000	175
1998-07	623 960	181	281 000	148
2007 og senere	244 285	152	49 000	123
<b>SUM</b>	<b>2 895 748</b>	<b>186</b>	<b>3 187 120</b>	<b>168</b>

Statistikken fra Enova inneholder de største arealene av skolebygg i periodene 1955-1970 og 1971-1987. Det kan tyde på at et flertall av norske skolebygg ble bygget mellom 1955 og 1987, samt at skolebygg fra disse byggeperiodene har hatt behov for oppgradering og tilhørende gjennomføring av energieffektiviserings tiltak. Arealene som inngår i NVEs statistikk er noe mer fordelt over tid enn arealene til Enova.



Figur 22: Skolebygg - Arealvektet gjennomsnittlig målt spesifikk energibruk for forskjellige byggeperioder [kWh/m<sup>2</sup>·år]. Kilde: Enova, NVE.

Figur 22 viser tilnærmet samme trend som figur 21. Energibruken går ned i takt med alderen på skolebygget, bortsett fra et lite hopp i periodene 1988-1997 og 1998-2007 for både Enovas og NVEs utvalg. Som nevnt over, tror vi at den svake økningen i energibruken i disse byggeperioder kommer fra forsiktigheten i å bruke roterende varmegjennvinnere i skolebygninger rundt 90-tallet.

I tabell 8 og på figur 21 sammenlignes informasjon fra NVE og SSB. Beregningene følger tidsintervaller definert av SSB. NVEs snitt for byggeperiodene 1990-1999 og etter 2000 er hhv. 176 og 173 kWh/m<sup>2</sup>·år. Tabell 9 og figur 22 viser en sammenligning av NVEs og Enovas tall, basert på tidsintervallene som Enova bruker, som er kortere enn intervallene SSB opererer med. NVEs snitt blir da litt annerledes og går fra 177 kWh/m<sup>2</sup>·år (1988-97), opp til 181 kWh/m<sup>2</sup>·år (1998-2007) og ned igjen til 152 kWh/m<sup>2</sup>·år (etter 2007). Tallene er ikke motstridende. De viser forskjellige resultater fordi tidsintervallene er ulike og snittet er arealvektet.

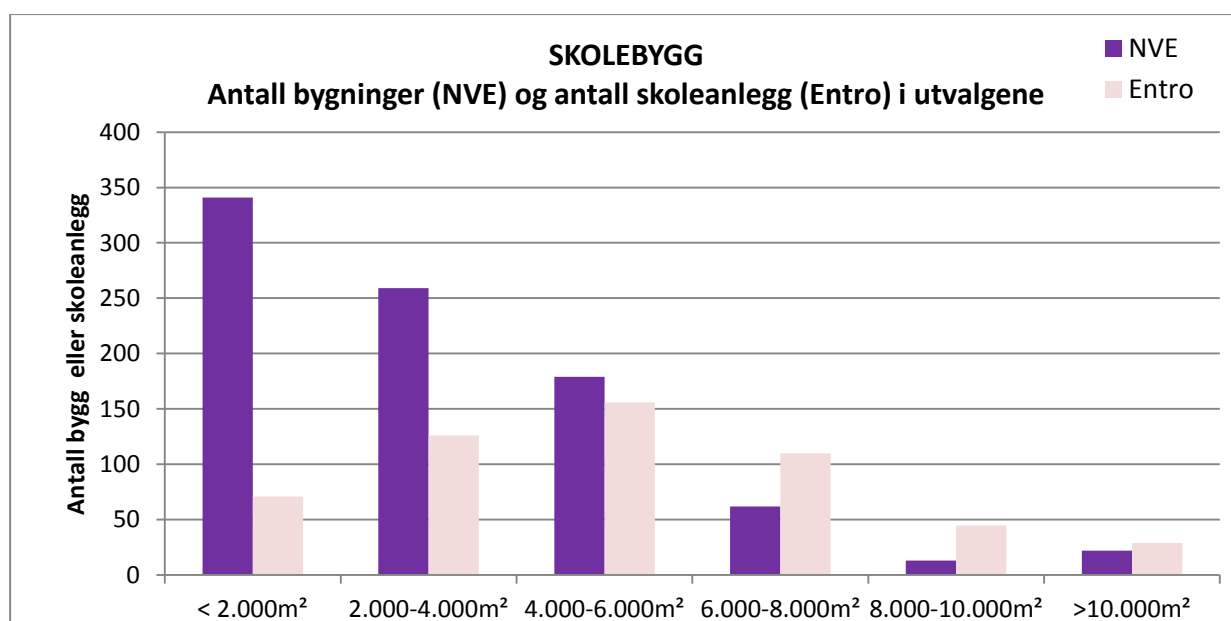
Skolebyggene fra 2007 og senere i Enovas statistikk har sannsynligvis alle fått støtte til å bli bygget med lavenergi- eller passivhusstandard. Det er positivt at rapportert målt energibruk i snitt ligger på 123 kWh/m<sup>2</sup>·år. Til sammenligning er snittet fra NVE for samme perioden lik 152 kWh/m<sup>2</sup>·år. Det siste tallet er basert på et større utvalg og ligger nærmere gjennomsnittet for nyere norske skolebygg. Begge statistikkene er tydelige i at det er en markant forbedring fra den foregående byggeperioden.

#### 4.2.4 Bruksareal og målt energibruk

I dette avsnittet presenteres arealvektet gjennomsnittlig målt spesifikk energibruk som funksjon av bruksareal.

Tabell 10: Skolebygg - Arealvektet gjennomsnittlig målt spesifikk energibruk som funksjon av bruksareal. Kilde: NVE, Entro.

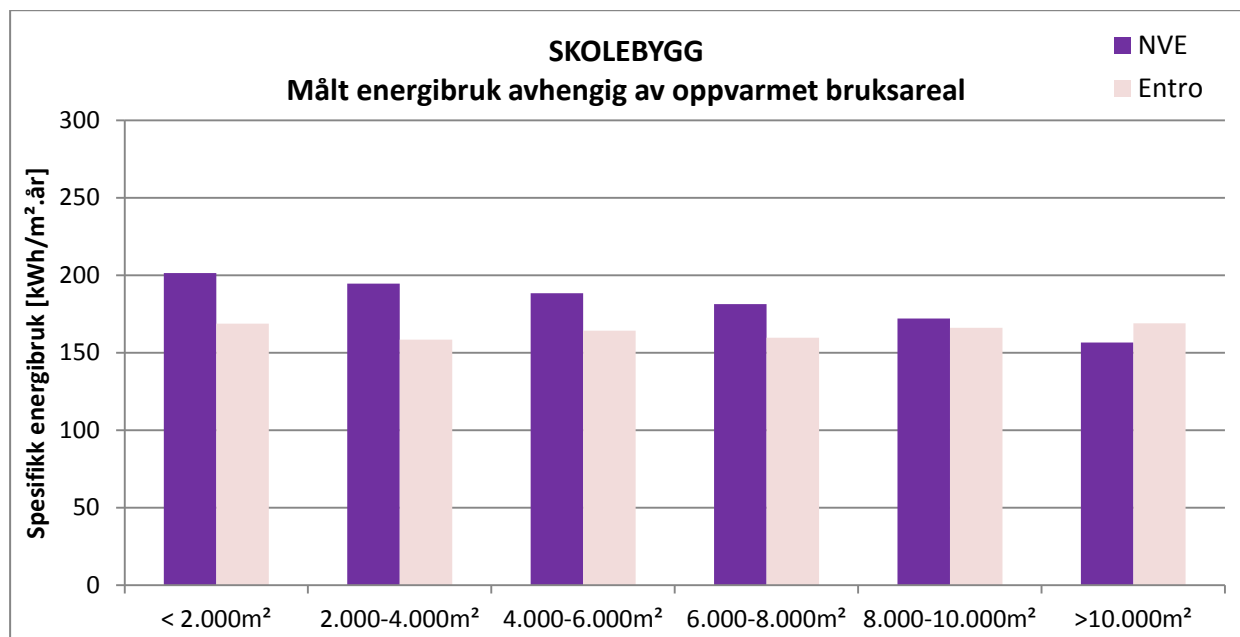
Oppvarmet bruksareal	NVE			Entro		
	Antall bygg [antall]	Areal [m <sup>2</sup> ]	Spesifikk energibruk [kWh/m <sup>2</sup> ·år]	Antall skoleanlegg [antall]	Areal [m <sup>2</sup> ]	Spesifikk energibruk [kWh/m <sup>2</sup> ·år]
< 2.000 m <sup>2</sup>	341	368 017	201	71	92 339	169
2.000-4.000 m <sup>2</sup>	259	763 926	195	126	383 066	158
4.000-6.000 m <sup>2</sup>	179	886 727	188	156	768 514	164
6.000-8.000 m <sup>2</sup>	62	424 372	181	110	750 902	160
8.000-10.000 m <sup>2</sup>	13	115 257	172	45	391 382	166
> 10.000 m <sup>2</sup>	22	337 449	156	29	407 443	169
<b>I alt</b>	<b>876</b>	<b>2 895 748</b>	<b>186</b>	<b>537</b>	<b>2 793 646</b>	<b>163</b>



Figur 23: Skoler – Informasjon om antall bygg (NVE) og antall skoleanlegg (Entro) i de respektive utvalgene. Kilde: NVE, Entro

En bør være oppmerksom på at tabell 10 og figur 23 viser antall bygg som inngår i NVEs utvalg, mens det for Entros utvalg refereres til antall skoleanlegg. Ved energimerking skal hver enkeltstående bygning energimerkes, mens skoleanlegg som helhet settes opp i energioppfølgingsystemet til Entro. Av den grunn er det mange flere «små» bygg under 2.000 m<sup>2</sup> og mellom 2.000 og 4.000 m<sup>2</sup> i NVEs energimerkedatabase enn det er i Entros database. På den andre enden er det flere store skoleanlegg i Entros utvalg enn i NVE sitt.





Figur 24: Skoler - Arealvektet gjennomsnittlig spesifikk energibruk som funksjon av bruksareal [kWh/m²·år]. Kilde: NVE, Entro

Tallene til NVE viser en trend der energibruken går ned når bruksarealet går opp. Dette har en sammenheng med at formfaktoren (bygningsskallets areal delt på bebygd areal [15]) blir mindre når skolebyggene bygges større og mer kompakte. Dette fører igjen til relativt sett mindre varmetap gjennom bygningskroppen. Siden over halvparten av energibruk i skolebygg går til oppvarming, viser energibruken og bruksarealet en viss sammenheng.

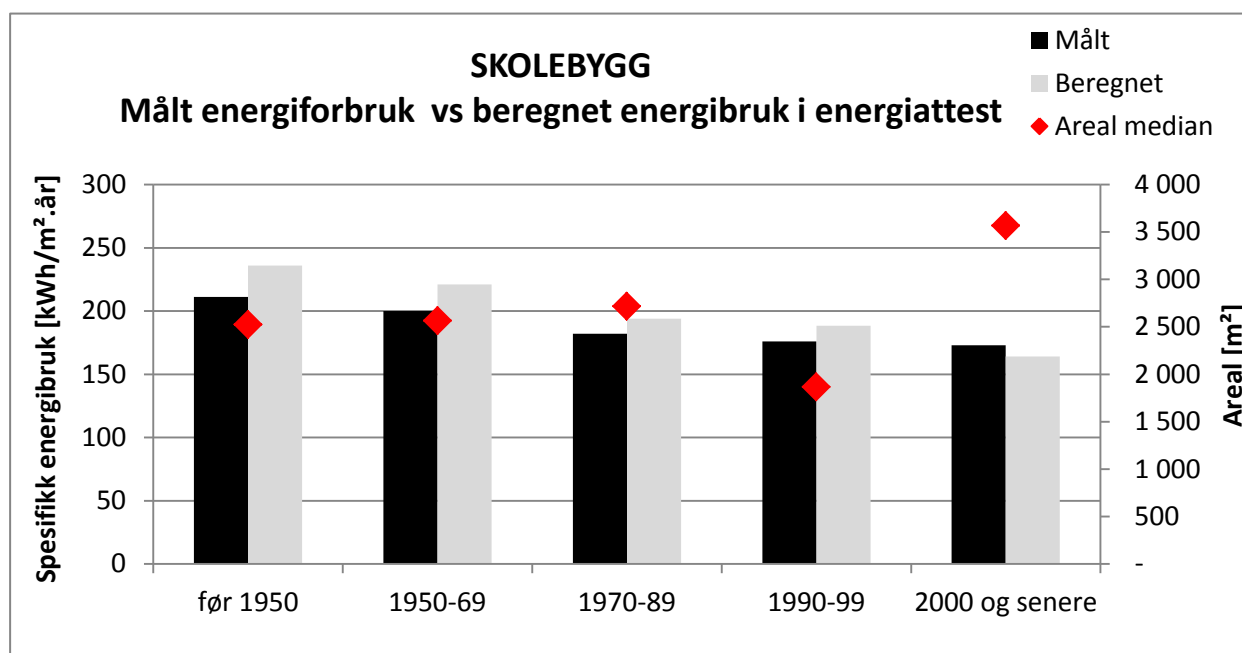
Entros tall viser derimot en ganske flat trend der forbruk i skoleanlegg er tilnærmet uavhengig av bruksarealet. Dette resultatet er noe overraskende. Vi tror det skyldes at det i Entros database er registrert hele skoleanlegg og ikke bare enkeltbygg, som gjør at bak de største arealene kan gjemme seg flere mindre enkeltbygg. Det kan også skyldes bruk av energioppfølgingsystemet og benchmarking av skoleanleggene innad i en kommune. En kommune med fokus på energieffektivitet vil gjerne effektivisere samtlige bygg innen den samme bygningskategorien og vil jobbe like aktivt med å følge opp energibruken i alle sine skoler. Men denne trenden kan også være noe tilfeldig. Databasen til Entro består av eiendomsporteføljer som har tatt i bruk energioppfølgingsystemet på forskjellige tidspunkter. Noen kommuner har brukt Entros logg i over 10 år og gjennomført et eller flere energiprogram. Andre kommuner har akkurat etablert sine bygg i loggen. En ujevnhet i arealene fra den ene eiendomsporteføljen til den andre (for eksempel ny kunde med store skolebygg) kan ha forårsaket trenden som synes på figur 24. Til slutt må det bemerkes at gjennomsnittlig energibruk for skoleanlegg over 8.000 m² er beregnet ut fra observasjoner fra færre enn 50 bygg. Jo færre bygg snittet er beregnet med, jo større er usikkerheten i resultatene som vises.

#### 4.2.5 Beregnet og målt energibruk i energiattest

Målt og beregnet arealvektet gjennomsnittlig spesifikk energibruk ført i energiattest for skolebygg vises under. Inndelingen i forskjellige byggeperioder er den samme som SSB benytter.

Tabell 11: Skolebygg – Målt og beregnet arealvektet gjennomsnittlig spesifikk energibruk ført i energiattest. Kilde: NVE

NVE	Antall bygg [antall]	Areal [m <sup>2</sup> ]	Spesifikk energibruk, målt [kWh/m <sup>2</sup> ·år]	Spesifikk energibruk, beregnet [kWh/m <sup>2</sup> ·år]	Areal, median [m <sup>2</sup> ]	Areal, minst [m <sup>2</sup> ]	Areal, størst [m <sup>2</sup> ]
før 1950	107	314 835	211	236	2 524	276	11 104
1950-69	221	671 584	200	221	2 564	141	20 058
1970-89	261	826 696	182	194	2 717	101	18 850
1990-99	109	298 300	176	188	1 866	134	17 208
2000 og senere	178	784 333	173	164	3 565	55	25 650
<b>SUM</b>	<b>876</b>	<b>2 895</b>	<b>186</b>	<b>196</b>	<b>2 677</b>	<b>55</b>	<b>25 650</b>



Figur 25: Skolebygg - Målt og beregnet energibruk i forhold til byggeårsperiode [kWh/m<sup>2</sup>·år]. Kilde: NVE

Figur 25 viser at jo nyere bygget er jo lavere er både målt og beregnet energibruk. Denne trenden henger godt sammen med skjerpede energikrav og arealøkningen over tid.

Figuren viser dessuten samme trend som for barnehager (figur 17) der målt energibruk er mindre enn beregnet i eldre bygg og høyere enn beregnet i de aller nyeste byggene. Se avsnitt 4.1.5 for forklaringer om beregnet energibruk i energiattestene.

Areal til skolebyggene har gått opp over tid, bortsett fra i byggeperioden 1990-1999. For denne perioden består utvalget av 109 bygg, ca. halvparten av antall bygg som inngår i utvalgene for de andre byggeperiodene. Siden utvalget for denne byggeperioden er mindre, er det vanskelig å vite om arealendringen er reell eller tilfeldig.

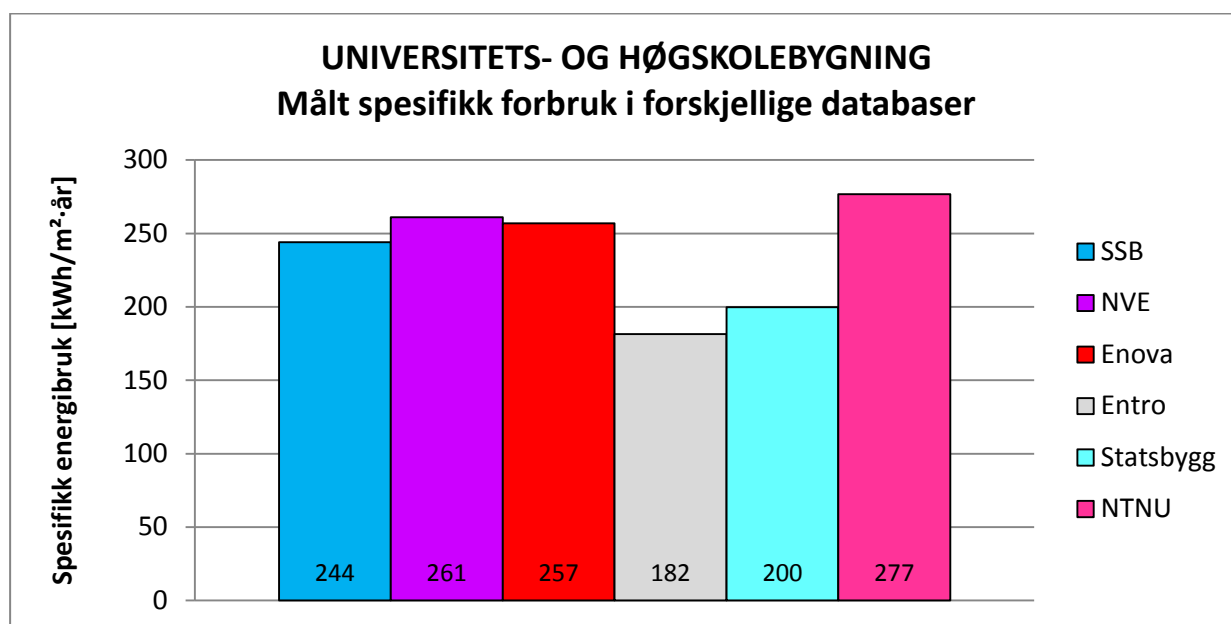
### 4.3 Universitet- og høyskolebygg

#### 4.3.1 Spesifikk energibruk i universitet- og høyskolebygg

Arealvektet gjennomsnittlig målt spesifikk energibruk i universitet- og høyskolebygg vises i tabell 12 og figur 26.

Tabell 12: Arealvektet gjennomsnittlig målt spesifikk energibruk i universitet- og høyskolebygg, samt informasjon om utvalget. Kilde: SSB [7], NVE [8], Enova [9], Entro [10], Statsbygg [11], NTNU [12].

Kilde	Antall bygg [antall]	Gjennomsnittlig areal [m <sup>2</sup> ]	Spesifikk energibruk, målt [kWh/m <sup>2</sup> ·år]	Utvalgets areal [m <sup>2</sup> ]
SSB	109	10 484	244	1 142 756
NVE	188	7 904	261	1 485 880
Enova	46	11 683	257	537 411
Entro	25	9 447	182	236 182
Statsbygg	49	17 157	200	840 715
NTNU	1 campus	317 051	277	317 051



Figur 26: Arealvektet gjennomsnittlig målt spesifikk energibruk i universitet- og høyskolebygg rapportert i forskjellige databaser. Kilde: SSB [7], NVE [8], Enova [9], Entro [10], Statsbygg [11], NTNU [12].

Statistikk for bygningskategori universitets- og høyskolebygg inneholder færrest bygg av de tre typene undervisningsbygg som inngår i denne rapporten. Tabell 12 inneholder til sammen 418 universitets- og høyskolebygg, mens det var 986 barnehager og 2.973 skoler i hhv. tabell 1 og 6. Snittarealet til en universitet- eller høyskolebygning er mye større enn snittarealet til en barnehage eller en skole.

Gjennomsnittlig areal er lavest for byggene som er energimerket (NVEs datasett). Som tidligere forklart i rapporten skyldes dette at energiattester utstedes for hver bygning, mens de andre statistikkene opererer med universitet- og høyskoleanlegg / campus der et anlegg kan bestå av flere bygg.

Arealvektet gjennomsnittlig målt spesifikt energiforbruk spenner fra 182 til 277 kWh/m<sup>2</sup>·år for de forskjellige utvalgene.

I følge SSB er gjennomsnittlig spesifikt forbruk i universitets- og høyskolebygg lik 244 kWh/m<sup>2</sup>·år. SSBs snitt ligger litt lavere enn tallene fra Enova og NVE. NVEs snitt er nest høyest med 261 kWh/m<sup>2</sup>·år og er basert på det største utvalget, både i antall bygg og totalt areal. Enova viser til et arealvektet gjennomsnitt energibruk i samme størrelsesorden som NVE med 257 kWh/m<sup>2</sup>·år. Entro har det laveste snittet med 182 kWh/m<sup>2</sup>·år. Utvalget på 25 bygg inneholder kun høyskolebygninger og er for lite til å være representativt. Grunnen til at Entros snitt er lavest kan være få observasjoner i utvalget og at datagrunnlaget til Entro er kvalitetssikret. Alle bygg der deler av energibruk mangler eller der det er feil i registrert forbruk er tatt ut av statistikken.

Statistikken til Statsbygg inneholder de fleste høgskoler i Norge, samt universitetene i Agder, Nordland, Stavanger og på Svalbard. Det minste bygget i statistikken er 2.455 m<sup>2</sup>. Statsbyggs snitt for universitets- og høyskolebygg er 200 kWh/m<sup>2</sup>·år. Statsbygg sorterer ut bygg der forbruk ikke er komplett eller er misvisende. Det noe lave snittet kommer trolig fra Statsbyggs fokus på energieffektiviseringstiltak. Statsbygg egen kommentar til energibruken i deres portefølje av universitets- og høgskolebygg gjengis her: *«Vi er klar over at denne eiendoms-kategorien har kommet godt ut over flere år. Vi kan ikke utelukke at dette kan ha med at Statsbygg har noe større fokus på drift og vedlikehold i bygningene sammenlignet med andre eiendomsforvaltere med annen kjernevirksomhet (les: produksjon av uteksaminerte studenter). Høgskolene og universitetene i vår portefølje har hatt stort fokus på enøk og energioppgradering. Omfang av laboratorier kan muligens være lavere sammenlignet med f.eks. NTNU. Dog har vi stedvis både svømmehaller og annet som krever energi til drift.»*

NTNUs campus har det høyeste snittet med 277 kWh/m<sup>2</sup>·år. Tallet for NTNU inneholder energibruken til hele campus på Gløshaugen, dvs. energibruken til en liten bydel i Trondheim. Bygningsmassen er variert i form og alder, men gjenspeiler Norges største universitetsmiljø. Tallet som vises er basert på målt forbruk i perioden 2008-2012 og er stedskorrigert for Oslo-klima ved bruk av graddager.

SSBs undersøkelse avdekket at nærmere 85 % av universitets- og høyskolebygninger har innført et energioppfølgingsystem (EOS). Ifølge SSB er universitets- og høyskolebygninger den bygningstypen med høyest andel bygg med EOS. Det betyr at de fleste universitets- og høyskolebygninger har mulighet til å kontrollere sin energibruk. Utstrakt bruk av EOS kan være grunnen til at Enovas snitt ikke er lavere sammenlignet med de øvrige statistikkene.

Gjennomsnittlig spesifikk energibruk i norske universitets- og høyskolebygninger antas å ligge rundt 260 kWh/m<sup>2</sup>·år (kjøpt energi).

### 4.3.2 Målt formålsdelt energibruk

Formålsdelt energibruk ble kartlagt ved hjelp av informasjon tilgjengelig i Entros database [10] og måledata for Høgskolen i Telemark - Bø som Statsbygg delte med prosjektet.

Entros utvalg består av 25 høgskoleanlegg, hvorav 21 anlegg (84 %) bruker fjernvarme. I utvalget til SSB [7] benytter 74 % av universitets- og høyskolebygg fjernvarme. I samme utvalget bruker 29 % av byggene kun annen oppvarming og ikke sentralvarme. Universitets- og høyskolebygg kan ha en eller flere oppvarmingsløsninger i stedet for eller i tillegg til sentralvarme. 31 % har panelovner, 6 % har elektriske gulvkabler og 3 % har luft-til-luft varmepumpe. I utvalget til NVE har 64 % av universitets- og høyskolebygg rapportert et fjernvarmeforbruk. En høy andel universitets- og høyskolebygg er tilknyttet fjernvarme fordi byggene er store (det er lønnsomt for fjernvarmeselskapene å innlemme stor bygg i deres nett) og fordi byggene ligger i sentrumsnære områder (de fleste ligger innenfor eller like ved konsesjonsområdene til fjernvarmeselskapene).

I figur 27 vises steds- og temperaturkorrigert spesifikk energibruk i perioden 2009-2013 for 5 høgskoler. Sundland M og Sundland C huser NSB Kompetansesenter (NSBs eget utdanningscenter). Kunnskapsveien 55 i Kjeller brukes av Høgskolen i Oslo og Akershus. I Grønland 58 i Drammen deler studenter fra den private høyskolen BI og de to offentlige høyskolene Høgskolen i Buskerud og Høgskolen i Telemark både forelesningssaler og grupperom. Målt forbruk uten korrigeringer er tilgjengelig i vedlegg D.

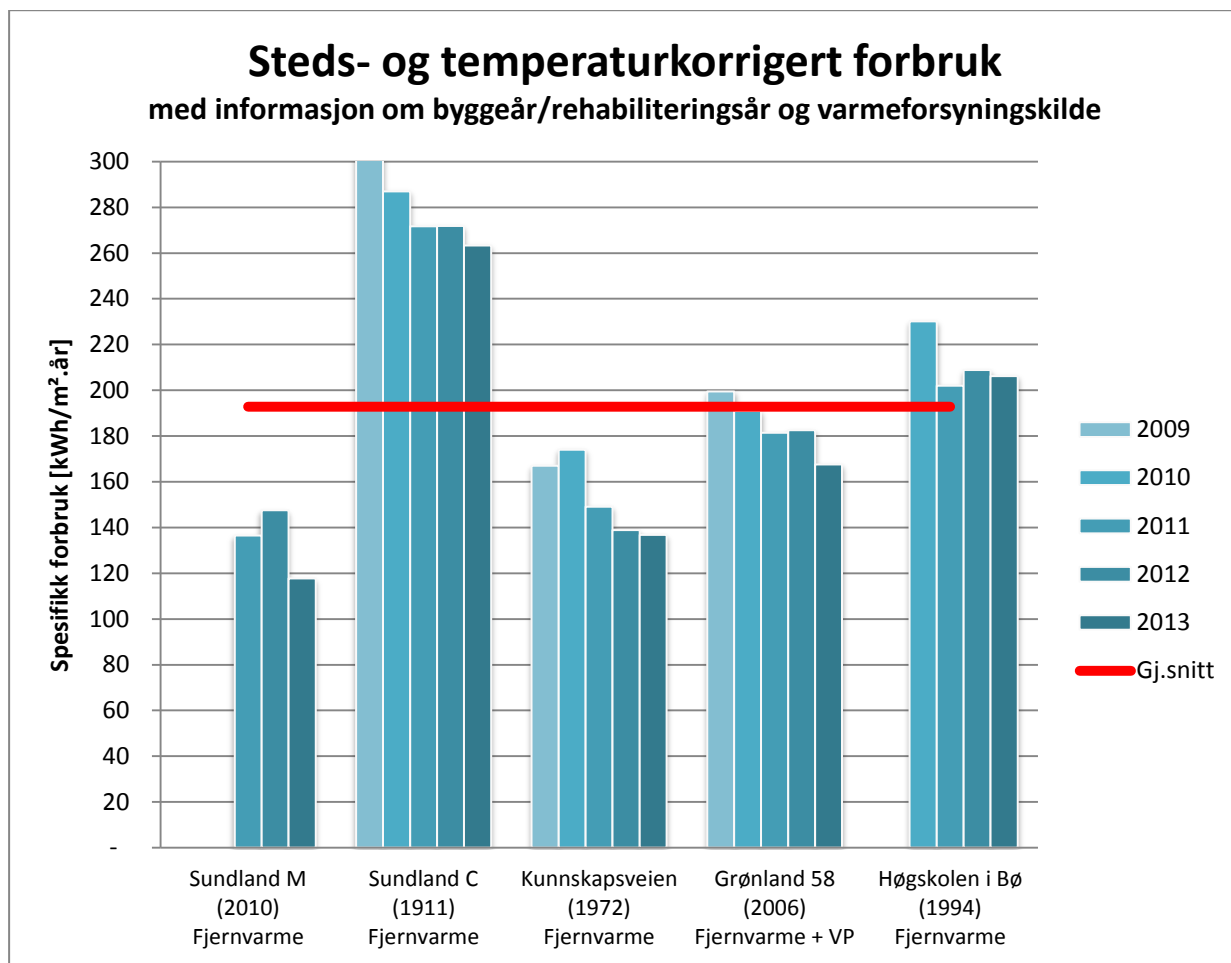
Temperaturkorreksjon hadde ingen innflytelse på forbrukstallene for det nyeste høyskolebygg (Sundland M). For dette bygget varierer korrigeringen mellom 0 og 1 kWh/m<sup>2</sup>·år, noe som tyder på et lavt energibruk til oppvarming. Steds- og temperaturkorrigeringen i 2013 for samtlige bygg var ubetydelig. Som forklart tidligere skyldes det at graddagene i året 2013 ble ganske like normalen.

Årene 2010, 2011 og 2012 avvek mest fra et normalår. For Sundland C, Kunnskapsveien, Grønland 58 og Høgskolen i Bø spenner steds- og temperaturkorrigeringen fra -17 til +15 kWh/m<sup>2</sup>·år avhengig av bygg og år. Det store spennet i korrigeringen tyder på et stort energibruk til oppvarming i disse byggene.

Sundland M ble ferdigstilt i 2010. For denne høgskolen inneholder Entros database kun 3 år med komplette målerdata. For Høgskolen i Bø fikk prosjektet tilsendt 4 hele år med måledata.

Spesifikk energibruk varierer mye blant de 5 høyskolene. Den mest energieffektive høyskolen (Sundland M, den nyeste) bruker litt under halvparten av energien som brukes i den mest energikrevende (Sundland C, den eldste).

Snittet for de 5 høyskolene er 193 kWh/m<sup>2</sup>·år. Det er en god del lavere enn snittet på 260 kWh/m<sup>2</sup>·år som vi tror gjelder i norske universitets- og høyskolebygninger. Det har vært vanskelig å få tak i detaljert måledata for energibruk for universitets- og høyskolebygninger. Veldig få bygg er tilstrekkelig instrumentert i forhold til formålsdelingen som prosjektet krever. Byggene som ble valgt hadde beste tilgjengelige målerinstrumentering og måledata.



Figur 27: Universitets- og høgskolebygg - Steds- og temperaturkorrigert energibruk med informasjon om byggeår/rehabiliteringsår og varmforsyningskilde i perioden 2009-2013. Kilde: Entro, Statsbygg

Tabell 13 og figur 28 viser resultater av kartleggingen av formålsdelt energibruk i 5 høgskolebygninger. Utfra alle målte dataene, samt informasjon fra tilgjengelig statistikk er det forsøkt å definere et representativt universitets- og høgskolebygg.

Det var kun i Sundland M at rom- og ventilasjonsoppvarming ble målt atskilt. I de andre universitets- og høgskoler var disse to energipostene målt sammen. Målt energibruk til oppvarming er av den grunn rapportert under energiposten «Rom- og ventilasjonsoppvarming». Fordeling mellom oppvarming (varmtvann inkludert) og elektrisitet varierer en del avhengig av statistikken en ser på. Se figur 28.

Ifølge SSB ble det i 2011 brukt energi til kjøling av oppholdsrom i 56 % av universitets- og høyskolebygg. For denne bygningskategorien var energibruk i bygg med kjøling lik 237 kWh/m<sup>2</sup>·år mot 199 kWh/m<sup>2</sup>·år i bygg uten kjøling. Energibruken er altså 19 % høyere i bygg med kjøling. Det var 2 bygg uten kjøling og 2 bygg med lite energibruk til kjøling i utvalget av høgskolebygg med formålsdelt energibruk. Energibruk til kjøling for et representativt bygg ble fastsatt utfra SSBs statistikk. Det er antatt at halvparten av merforbruket i bygg med kjøling skyldes selve kjølingen mens den andre halvparten skyldes mer energibruk til utstyr som forårsaker kjølebehovet.

Tabell 13: Universitets- og høgskolebygg - Kartlegging av formålsdelt energibruk Kilde: Entro, Statsbygg

Energipost	Sundland M [kWh/m <sup>2</sup> ·år]	Sundland C [kWh/m <sup>2</sup> ·år]	Kunnskaps- veien [kWh/m <sup>2</sup> ·år]	Grønland 58 [kWh/m <sup>2</sup> ·år]	Høgskolen i Bø [kWh/m <sup>2</sup> ·år]	17 høgskoler (1) [kWh/m <sup>2</sup> ·år]	Representativ høgskole [kWh/m <sup>2</sup> ·år]
Romoppvarming	36	} (2) 135	} (2) 51	} (2) 73	} (2) 72	} (2) 85	} 96
Ventilasjonsoppvarming	6						
Varmtvann	20	N/A	N/A	N/A	17	} (3) 108	18
Ventilasjonsaggregater	18	45	22	(3) 39	30		36
Lys	15	} (3) 101	33	} (3) 63	} (3) 88	} (3) 108	40
El.forbruk utenom ventilasjon og lys	41		44				49
Kjøling	N/A	0	2	-	4		20
Sum årlig spesifikk energibruk [kWh/m <sup>2</sup> ·år]	134	264	153	174	212	192	260
Tilleggsinformasjon							
Areal [m <sup>2</sup> ]	6 713	5 537	22 700	20 044	15 309	150 524	
Byggeår / Rehabilitering	2010	1911	1972	2006	1994	-	
Varmeforsyning	Fjernvarme	Fjernvarme	Fjernvarme	Fjernvarme + vp	Fjernvarme	Fjernvarme	

(1) Alle høgskoler fra Entros database som benytter el.kjel eller fjernvarme til oppvarming og der atskilte målinger for oppvarming er tilgjengelig, inngår her. Tallene viser arealvektet gjennomsnittlig målt spesifikk forbruk til oppvarming (forbruk ved el.kjel eller fjernvarme) og til elektrisitet.

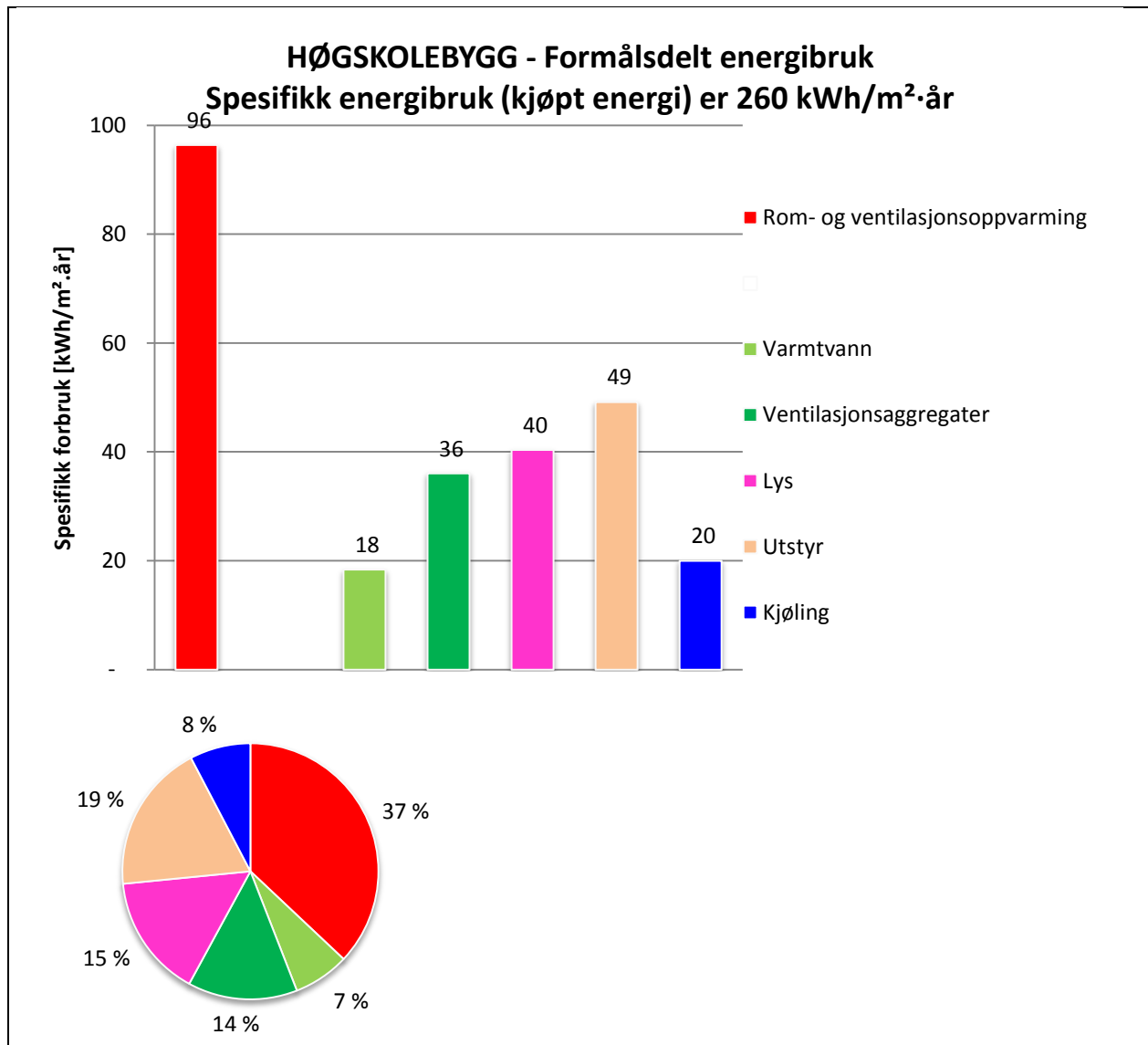
(2) I disse høgskoler har det ikke vært mulig å skille fra hverandre energipostene knyttet til oppvarming.

(3) Tallet som er rapportert inneholder også energibruk til pumpedrift.

Tabell 14: Fordeling kjøpt energi, elektrisitet og energi til oppvarming Kilde: NVE, Entro, Statsbygg, NTNU

	NVE	Entro	Statsbygg	NTNU	Representativt bygg (NVE)
Elektrisitet [ %]	56	56	64	35	56
Oppvarming [ %]	44	44	36	65	44
Sum [ %]	100	100	100	100	100

Tabell 14 viser fordeling mellom elektrisitet (hovedsak el.spesifikt til belysning, utstyr etc, men kan også inneholde energiforbruket til panelovner og el.gulvarme) og energi til oppvarming (fjernvarme, olje og el.kjel)<sup>7</sup>, for ulike databaser med universitet- og høyskolebygg. Dette viser at Statsbyggs gjennomsnittsbygg har en lavere andel oppvarming enn øvrige. Dette som følge av Statsbyggs fokus på energieffektiviseringstiltak, som nevnt tidligere.



Figur 28: Universitets- og høyskolebygg - Spesifikk energibruk til hver energipost. Energibruk er oppgitt i hhv. [kWh/m<sup>2</sup>·år] og [%] på det øverste og det nederste diagrammet. Obs! På denne figuren er rom- og ventilasjonsoppvarming ført under den samme energiposten. Kilde: Entro, Statsbygg

<sup>7</sup> Elektrisitet til varmepumpe rapporteres ikke separat ved energimerking, og noe kan inngå i elektrisitet for NVEs tall. Tallene til Entro inneholder kun bygg med fjernvarme. Statsbygg og NTNU skiller på el. og varme slik at elektrisitet som er rapportert burde ikke inneholde noe el. til varmepumpe.



Kartleggingen har avdekket følgende:

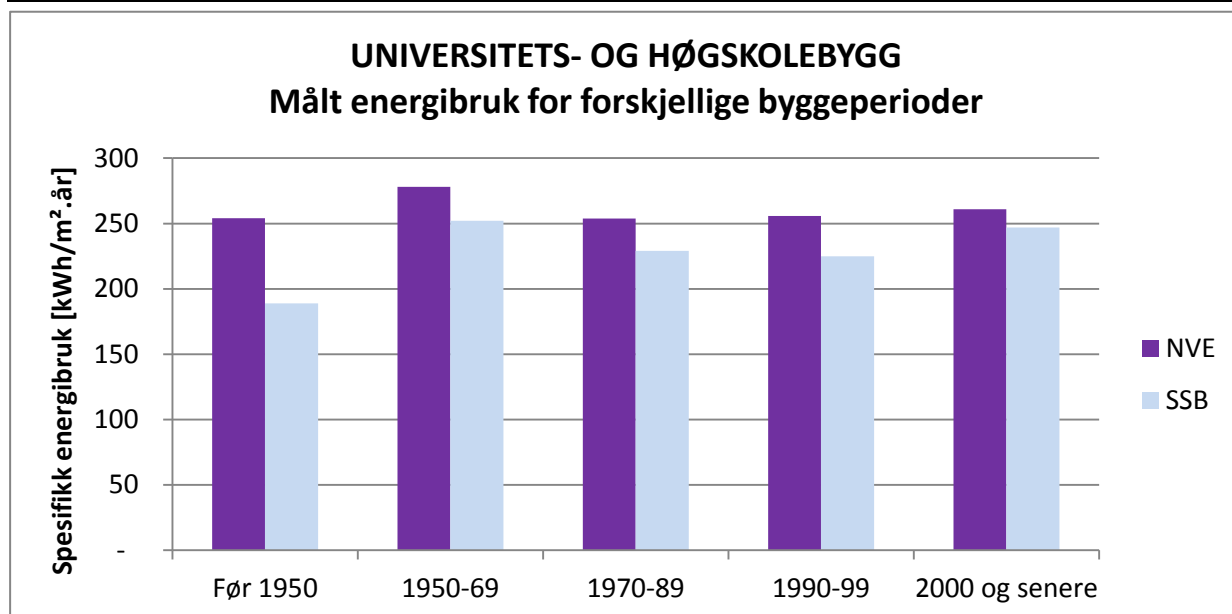
- Kun litt over en tredjedel av den totale energibruken går til rom- og ventilasjonsoppvarming. Fordeling mellom rom- og ventilasjonsoppvarming er ikke kjent.
- Varmtvannsoppvarming er betydelig større enn i barnehager og skoler. Dette har trolig en sammenheng med antall brukere av bygget og lengre åpningstider. Dessuten har universitets- og høgskolebygg som regel flere serveringssteder, både i form av kantine og kafeer.
- 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 høgskolebygg er et forholdsvis høyt energiforbruk om natten, noe som kommer av IT-driften. Vi ser det samme i kontorbygg.
- Universitets- og høgskolebygg bruker kjøling, som en konsekvens av at det brukes mye energi til utstyr, som igjen genererer mye varme.
- Spesifikk energibruk i universitets- og høgskolebygg er betydelig større enn i barnehager og skoler og ligger nærmere den spesifikke energibruken til kontorbygg [2]. Den formålsdelte energibruken viser lignende egenskaper, der varmebehovet ikke er like dominerende som i andre undervisningsbygg, mens energibruk til utstyr og kjøling tar litt over en fjerdedel av den totale energibruken. Dette kan forklares med at deler av universitets- og høgskolebygg består av kontorarealer.

### 4.3.3 Byggeår og målt energibruk

I det følgende presenteres målt energibruk etter byggeår. Inndelingen i byggeperioder benyttet i dette avsnittet samsvarer med inndelingen SSB bruker. Entros database inneholder ikke systematisk informasjon om byggeår og kunne dermed ikke brukes her.

Tabell 15: Universitets- og høyskolebygg - Arealvektet gjennomsnittlig målt spesifikk energibruk for forskjellige byggeperioder, samt informasjon om antall bygg og areal. Kilde: SSB, NVE

Byggeår	NVE: Universitet- og høyskolebygg			SSB: Universitet- og høyskolebygg		
	Antall bygg [antall]	Samlet areal [m <sup>2</sup> ]	Spesifikk energibruk, målt [kWh/m <sup>2</sup> ·år]	Antall bygg [antall]	Samlet areal [m <sup>2</sup> ]	Spesifikk energibruk, målt [kWh/m <sup>2</sup> ·år]
før 1950	39	184 133	254	n.a.	n.a.	189
1950-69	53	342 789	278	n.a.	n.a.	252
1970-89	40	355 747	254	n.a.	n.a.	229
1990-99	27	324 751	256	n.a.	n.a.	225
2000 og senere	29	278 460	261	n.a.	n.a.	247
<b>Sum</b>	<b>188</b>	<b>1 485 880</b>	<b>261</b>	<b>109</b>	<b>957 129</b>	<b>244</b>



Figur 29: Universitets- og høyskolebygg - Arealvektet gjennomsnittlig målt spesifikk energibruk i universitets- og høyskolebygninger for forskjellige byggeperioder. Kilde: SSB, NVE.

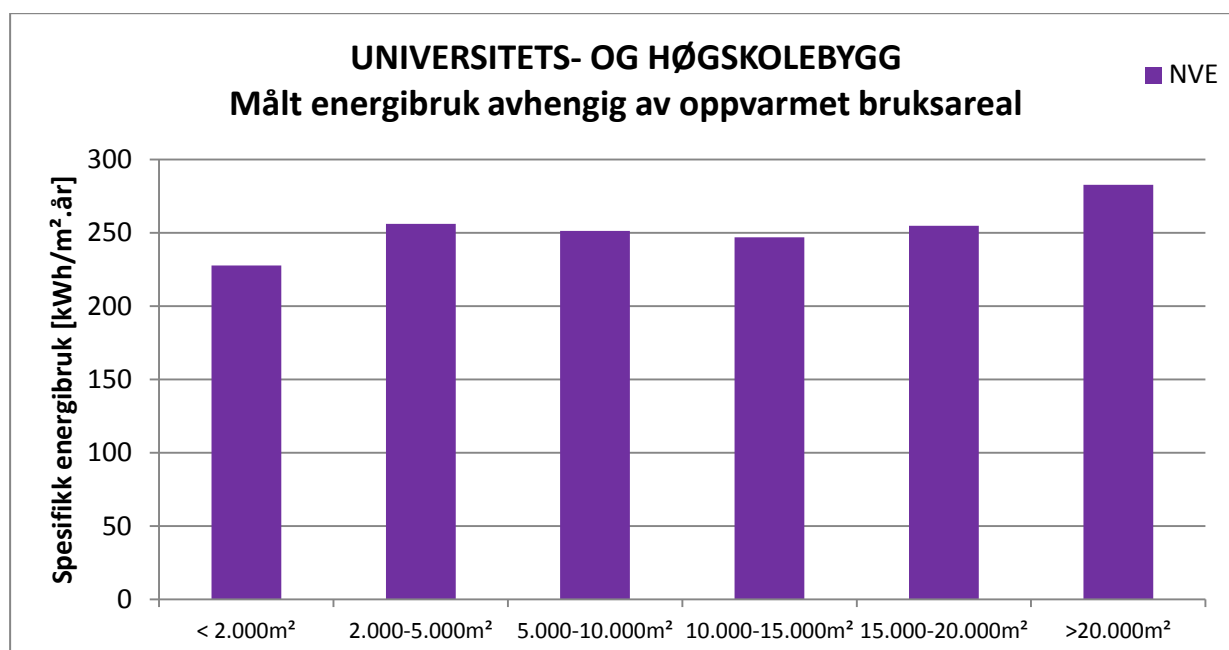
Figur 29 er basert på færre observasjoner enn tilsvarende figur 15, 21 og 22 som gjaldt for barnehager og skoler. Figuren bør tolkes med forsiktighet. Figur 29 viser ingen sterk sammenheng mellom byggeår og energibruk. SSBs statistikk viser at de eldste byggene har lavest forbruk og at byggene fra 1950-1969 og 2000 til i dag har høyest forbruk. NVEs tall tyder på en annen trend der byggene uavhengig av byggeår har et spesifikt energibruk rundt 250-260 kWh/m<sup>2</sup>·år. Kun byggene fra 1950-1969 gjør et lite hopp i energibruken i forhold til de andre byggene i NVEs statistikk. Økningen som vises for bygg fra denne perioden kan muligens skyldes innføring av strengere krav til friskluftsmengde [21], noe som førte til økt energibruk til oppvarming av ventilasjonsluft og drift av ventilasjonsanleggene. Senere innskjerping av byggeforskriften gjør at spesifikk energibruk går ned igjen for de nyere byggeperiodene.

#### 4.3.4 Bruksareal og målt energibruk

I dette avsnittet presenteres arealvektet gjennomsnittlig målt spesifikk energibruk som funksjon av bruksareal.

Tabell 16: Universitets- og høyskolebygg – Arealvektet gjennomsnittlig målt spesifikk energibruk som funksjon av bruksareal. Kilde: NVE, Entro

Oppvarmet bruksareal	NVE			Entro		
	Antall bygg [antall]	Areal, alle bygg [m <sup>2</sup> ]	Spesifikk energibruk [kWh/m <sup>2</sup> ·år]	Antall bygg [antall]	Areal, alle bygg [m <sup>2</sup> ]	Spesifikk energibruk [kWh/m <sup>2</sup> ·år]
< 2.000 m <sup>2</sup>	35	40 692	228	2	1 637	208
2.000-5.000 m <sup>2</sup>	59	202 858	256	6	20 961	177
5.000-10.000 m <sup>2</sup>	50	360 521	251	6	39 938	174
10.000-15.000 m <sup>2</sup>	20	242 783	247	6	69 341	184
15.000-20.000 m <sup>2</sup>	10	173 465	255	2	33 850	227
>20.000 m <sup>2</sup>	14	465 561	283	3	70 455	163
I alt	188	1 485 880	261	25	236 182	182



Figur 30: Universitets- og høyskolebygg – Arealvektet gjennomsnittlig målt spesifikk energibruk som funksjon av bruksareal [kWh/m<sup>2</sup>·år]. Kilde: NVE

Datagrunnlaget fra NVE viser at spesifikk energibruk i universitets- og høyskolebygg er lavest for de minste byggene med et snitt lik 228 kWh/m<sup>2</sup>. Byggene med et oppvarmet areal mellom 2.000 og 20.000 m<sup>2</sup> har tilnærmet lik energibruk, ca. 250 kWh/m<sup>2</sup>·år. For de største byggene er snittet litt høyere med 283 kWh/m<sup>2</sup>·år.

Figur 30 viser en sammenheng der den spesifikke energibruken har en tendens til å øke i takt med byggets areal. Denne sammenhengen samsvarer godt med funn fra målt formålsdelt energibruk der

utstyr er den dominerende energiposten. Vi tror at det er flere studenter per m<sup>2</sup> i de største byggene, og muligens lengre brukstid (kveld, helg). Jo større bygget er, jo mer variasjon er det trolig i hvordan bygget (kan) brukes. Undervisningsrom i form av auditorier fører til tettere tilstedeværelse (personer + data).

Formfaktoren, dvs. forholdet mellom bygningskallets areal og bebygd areal [15], spiller en mindre rolle i universitets- og høyskolebygg enn i barnehager og i skolebygg. Det er to forklaringer til dette. For det første er universitets- og høyskolebygg store bygg over flere etasjer som nødvendigvis har mindre takareal per bruksareal i forhold til barnehager eller skolebygg som har én eller få etasjer. For det andre utgjør oppvarming kun litt over en fjerdedel av den totale energibruken i universitets- og høyskolebygg, mens den står for hhv. 60 og 58 % av den totale energibruken i barnehager og skoler. Den totale energibruken i universitets- og høyskolebygg er mindre avhengig av varmetapet gjennom bygningskroppen (som igjen er funksjon av formfaktor og byggets areal) enn i barnehager og skolebygg.

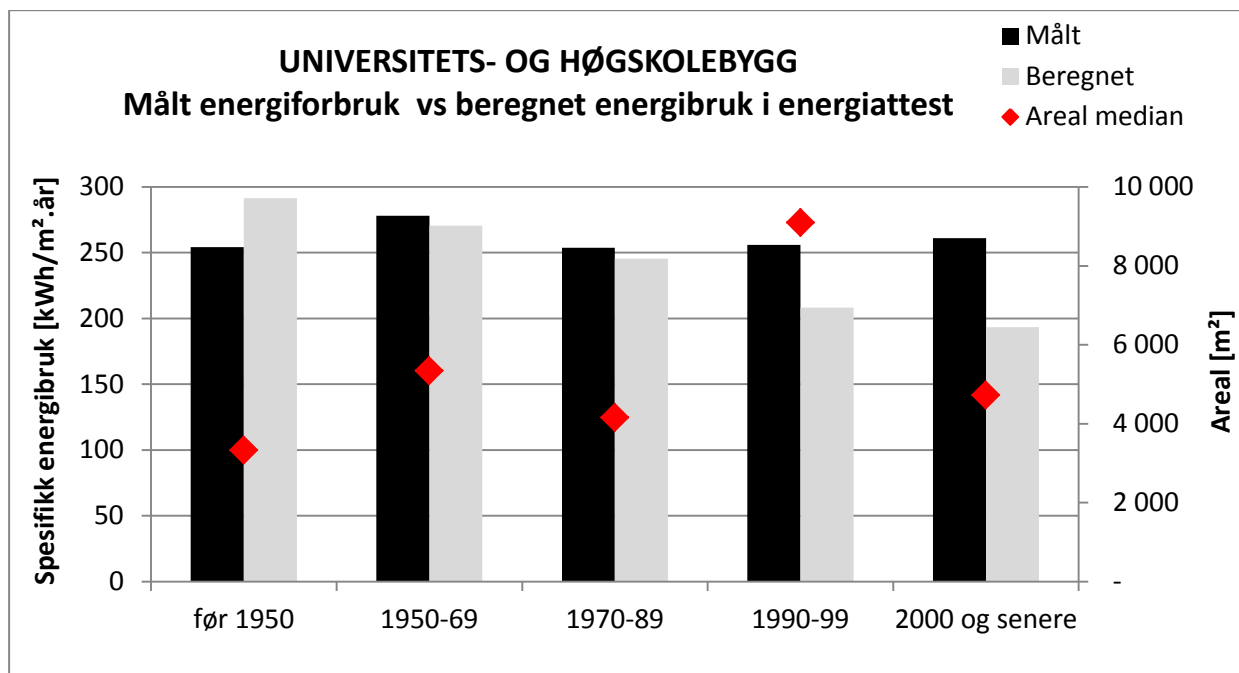
Tallene fra Entro viser ingen tydelig sammenheng mellom bruksareal og energibruken. Entros statistikk inneholder veldig få bygninger for hvert arealintervall. Resultatene må tolkes svært forsiktig og er av den grunn ikke ført i figur 30.

#### 4.3.5 Beregnet og målt energibruk i energiattest

Fremstilling av målt og beregnet energibruk ført i energiattest vises under. Figur 31 er basert på samme tidsperioder som SSB opererer med.

Tabell 17: Universitets- og høyskolebygg – Målt og beregnet arealvektet gjennomsnittlig spesifikk energibruk ført i energiattest. Kilde: NVE

NVE	Antall bygg [antall]	Areal, alle bygg [m <sup>2</sup> ]	Spesifikk energibruk, målt [kWh/m <sup>2</sup> ·år]	Spesifikk energibruk, beregnet [kWh/m <sup>2</sup> ·år]	Areal, median [m <sup>2</sup> ]	Areal, minst [m <sup>2</sup> ]	Areal, størst [m <sup>2</sup> ]
før 1950	39	184 133	254	291	3 325	180	19 367
1950-69	53	342 789	278	270	5 337	496	30 000
1970-89	40	355 747	254	245	4 155	418	39 510
1990-99	27	324 751	256	208	9 091	1 274	52 773
2000 og senere	29	278 460	261	193	4 726	892	60 793
<b>SUM</b>	<b>188</b>	<b>1 485 880</b>	<b>261</b>	<b>239</b>	<b>4 928</b>	<b>180</b>	<b>60 793</b>



Figur 31: Universitets- og høyskolebygg - Målt og beregnet energibruk i forhold til byggeårsperiode [kWh/m²·år]. Kilde: NVE

Figur 31 viser ingen sterk sammenheng mellom byggeperioden og arealet i universitets- og høyskolebyggene. Det største arealet inntreffer for byggeperioden 1990-1999. Gjennomsnittet er basert på kun 27 bygninger og anses som mer tilfeldig enn representativ.

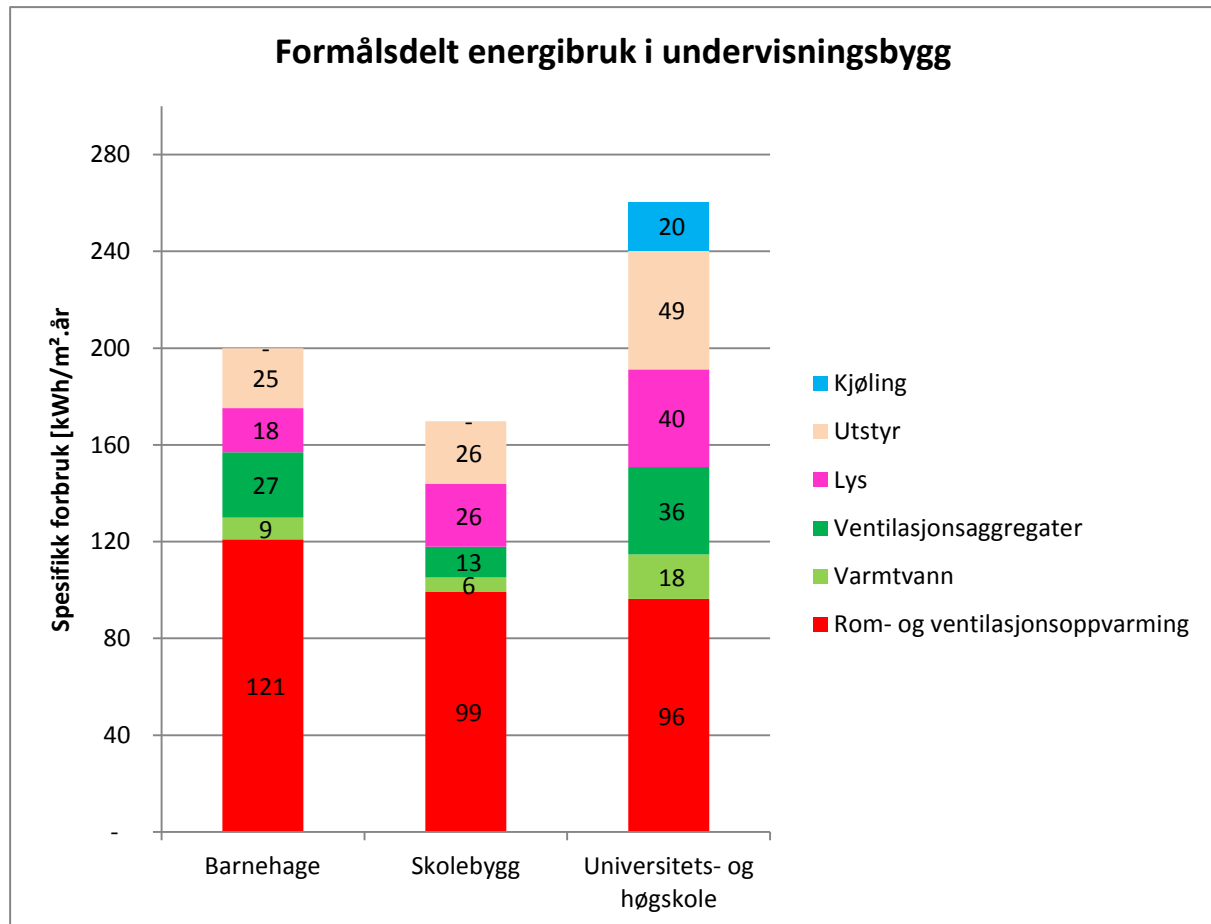
Det er heller ingen sterk sammenheng mellom byggeperioden og den målte energibruken. Målt spesifikk energibruk byggene uavhengig av byggeår ligger ganske jevnt rundt 250-260 kWh/m²·år.

Figur 31 viser derimot at jo nyere er bygget jo lavere er den beregnede energibruken. Dette henger godt sammen med skjerpede energikrav over tid og beregningsmetoden brukt for energimerking [4] [16] [17].

Figuren viser dessuten samme trend som figurene 17 og 25 der målt energibruk er mindre enn beregnet energibruk i de eldste byggene, og høyere enn beregnet energibruk i nyere bygg. Se avsnitt 4.1.5 for kommentarer om denne sammenhengen og forklaringer om beregning av energibruk ved energimerking.

#### 4.4 Sammenligning formålsdelt energibruk i ulike typer undervisningsbygg

I figur 32 vises en sammenligning av formålsdelt energibruk i de tre typene undervisningsbygg vi har analysert og funnet representativt forbruk for.



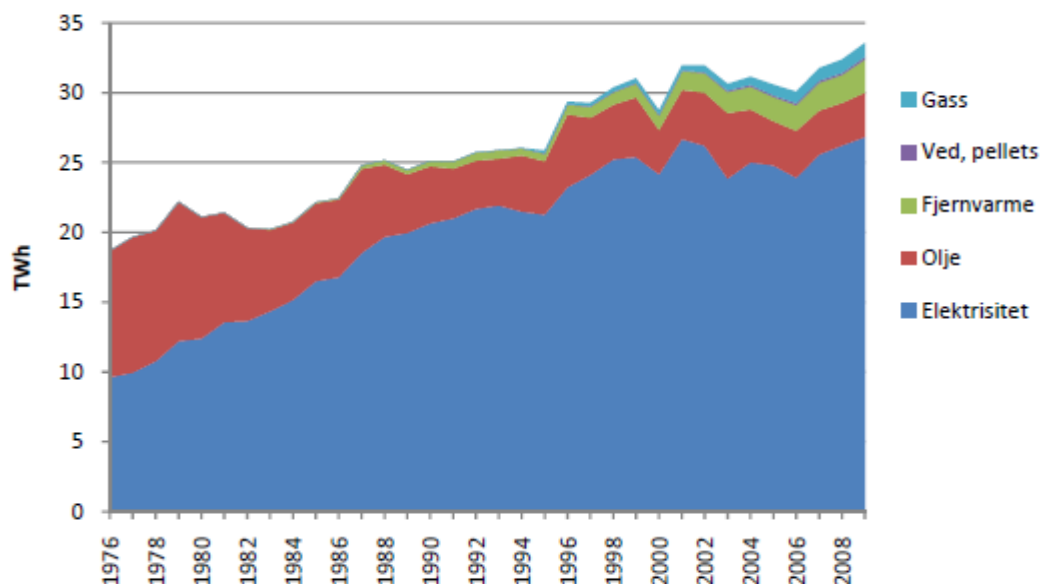
Figur 32: Sammenligning formålsdelt energibruk i ulike typer undervisningsbygg [kWh/m<sup>2</sup>·år]

Sammenligningen viser følgende:

- Barnehager har høyere spesifikk energibruk enn skolebygg. Viktige årsaker er lengre brukstid, høyere innetemperatur og mindre bygningskropper. Universitets- og høyskolebygg har størst spesifikk energiforbruk fordi bruken av byggene ligner mer på bruken av et kontorbygg enn bruken av et skolebygg.
- Rom- og ventilasjonsvarme varierer noe, den er størst i barnehager og minst i høyskoler. Denne posten utgjør over halvparten av den totale energibruken i barnehager og skolebygg men kun en tredjedel av totalen i universitets- og høyskolebygg.
- Varmtvannsforbruket er størst i universitets- og høyskolebygg.
- Skoler bruker minst energi til drift av ventilasjonsaggregater.
- Belysning og utstyr opptar en større del av energibudsjettet i universitets- og høyskolebygg enn i barnehager og skoler.
- Av de tre typene undervisningsbygg er det kun universitets- og høyskolebygg som bruker energi til kjøling.

## 5. Samlet energibruk i undervisningsbygg

Det finnes ikke noen god statistikk over energibruk for undervisningsbygg spesielt, kun for yrkesbygg samlet sett. I *Energibruk i Fastlands-Norge (rapport NVE 2011)* er utviklingen i samlet energibruk i yrkesbygg presentert og analysert. Forbruksutviklingen er vist i figuren nedenfor. I rapporten fremkommer at mens det fra 1976 til 1996 var en gjennomsnittlig årlig vekst i energibruken på nesten 3 prosent per år, har veksten avtatt til 1 prosent per år fra 1996 til 2009. Men ifølge NVE som kilde er det stor usikkerhet i tallmaterialet til SSB som statistikken baserer seg på.



Figur 33: Energibruk i yrkesbygg innenfor tjenesteyting, bygg og anlegg og primærnæringene. Kilde: NVE / SSB

Figuren viser et samlet årlig energiforbruk i yrkesbygg på ca 33 TWh i 2009. Nå har trolig forbruket passert 35 TWh.

I *Potensial- og barrierestudie – Norske næringsbygg* [19] er det med utgangspunkt i en studie av arealtall og spesifikk energibruk representativt for hver byggeperiode (TEK) funnet et teoretisk beregnet energibruk (levert energi) i 2010. Nå har vi gjennom vår arealstudie (kapittel 0) funnet andre og trolig bedre arealtall for barnehager, skoler og universitets- og høyskolebygg. Så har vi gjennom analysen av energibruk (kapittel 4) funnet det vi mener er representativt spesifikk energiforbruk for eksisterende bygningsmasse av undervisningsbygg. Dette kan vi benytte til å presentere et alternativt estimert forbrukstall (levert energi) for bygningsgruppene<sup>8</sup>. I tabellen nedenfor er resultatene fra Potensial- og barrierestudien og denne alternative tilnærmingen presentert.

<sup>8</sup> Vi har for å finne sannsynlig samlet areal for bygningsgruppen skolebygning gjort en tilnærming hvor vi antar samme gjennomsnittsareal for kommunale og ikke-kommunale skolebygg samt for fylkeskommunale og ikke-fylkeskommunale skolebygg.

Tabell 18: Alternative estimeringer av samlet energibruk i undervisningsbygg

Kategori	Potensial- og barrierestudien (GWh i 2010)	Alternativ tilnærming (GWh i 2013)
Barnehage	402	621
Skolebygning	3 747	3 055
Universitet/høgskole	732	891
<b>SUM</b>	<b>4 881</b>	<b>4 567</b>

Vi ser at det er noen interne forskjeller, men skolebygning er naturlig nok den bygningsgruppen som representerer det største energiforbruket. Samlet energiforbruk for undervisningsbygg er trolig mellom 4,5 og 4,9 TWh, og er med det den tredje største bygningskategorien etter forretningsbygg og kontorbygg. Energiforbruk i undervisningsbygg utgjør 13-14 % av samlet energibruk i yrkesbygg.



## 6. Trender og drivere for energibruk i undervisningsbygg

Det er flere faktorer som kan påvirke energibruken i undervisningsbygg. Noen er sammenfallende med andre byggtypen, mens andre er mer spesifikke for undervisningsbygg. Det som er spesielt med undervisningsbygg er at arealutviklingen er tett korrelert med befolkningsutviklingen i Norge. Det er likevel også andre faktorer som kan spille inn på etterspørselen etter barnehage- eller studieplasser.

Dette kapitlet beskriver hvilke trender og drivere som har påvirket energibruken i undervisningsbygg tilbake tid. I tillegg gis det en beskrivelse av drivere som kan påvirke energibruken i fremtiden. Kapitlet er delt inn i drivere som påvirker arealutviklingen og drivere som påvirker det spesifikke energiforbruket. Fordi det tidligere har blitt beskrevet trender og drivere for energibruk for henholdsvis kontorbygg og forretningsbygg, fokuserer dette kapitlet på trender og drivere som spesielt påvirker undervisningsbygg.

I dag finnes det ikke noen god statistikk med lange tidsserier, hverken for arealutviklingen eller energibruk i undervisningsbygg. I påvente av gode tidsserier er derfor trender og drivere kun beskrevet kvalitativt og med noe deskriptiv statistikk. I enkelte tilfeller har det blitt gjort enkle statistiske analyser dersom det har vært mulig.

### 6.1 Drivere og trender som påvirker arealutviklingen

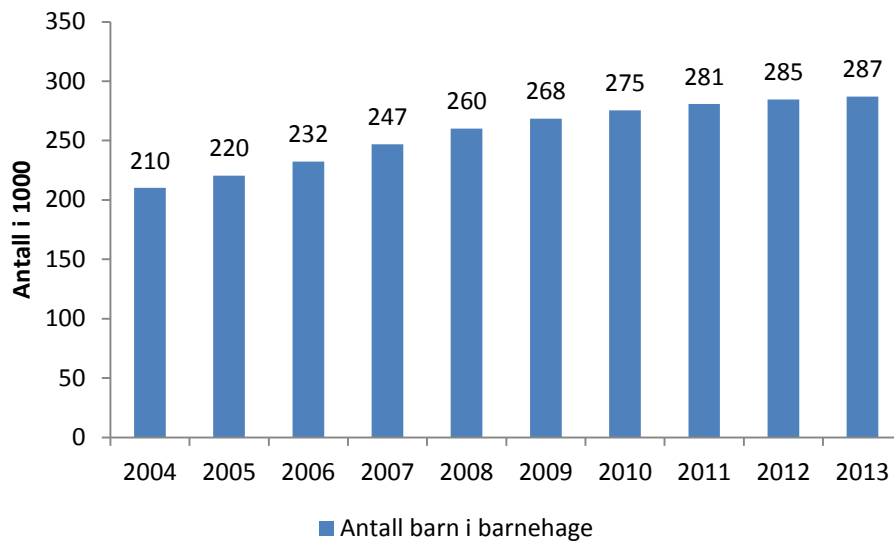
I dette avsnittet ses det på trender og drivere som påvirker arealutviklingen av undervisningsbygg. Dette kan være faktorer som påvirker etterspørselen etter slike undervisningsbygg eller selve utformingen. Trender og drivere som påvirker arealutviklingen vil påvirke energibruken indirekte. Fordi det kan være ulike drivere og trender som påvirker arealutviklingen i ulike typer undervisningsbygg, er avsnittet delt inn etter trender og drivere som påvirker arealutviklingen i barnehager, grunnskole/videregående og universitet/høyskole.

#### 6.1.1 Barnehager

##### Befolkning og antall barnehagebarn

Antall barn i barnehage i 2004 var omtrent 210 000 barn på landsbasis. I årene frem mot 2013 har antallet barn vokst med en gjennomsnittlig vekstrate på 3,5 prosent. I 2013 var det rett over 287 000 barn i barnehage i Norge.

Tallene i figuren under viser totaltallene for antall barn i barnehage. Det er imidlertid varierende hvor mange timer barna tilbringer i barnehagen. Dette behandles nærmere under «spesifikk energibruk».



Figur 34: Totalt antall barn i barnehager i perioden 2004-2013. Kilde: SSB. Barn i barnehager.

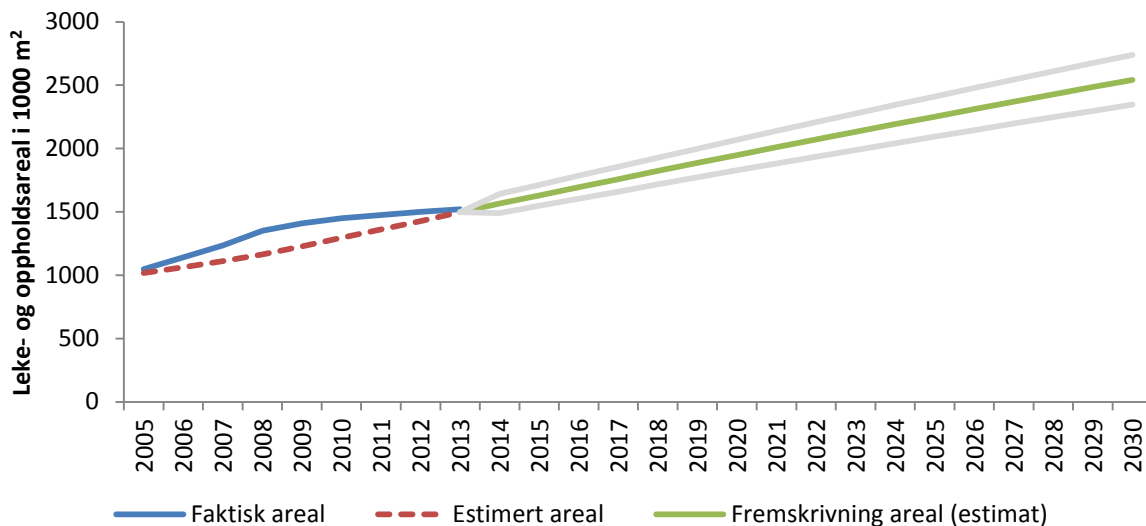
Som vi beskrev innledningsvis i dette kapitlet er arealutviklingen i undervisningsbygg tett korrelert med befolkningsutviklingen. Vi har gjort en statistisk analyse av sammenhengen mellom leke- og oppholdsareal og befolkning for å undersøke om befolkningsutviklingen er en driver for areal i barnehager og hvor *stor* denne driveren eventuelt er. Vi bruker leke- og oppholdsareal som en tilnærming til totalt areal i barnehager. Årsaken til at vi har gjort denne tilnærmingen er at tidsserien her er lengst, og kan derfor bidra til å gi de mest robuste resultatene. Datasettet vi har benyttet i analysen er leke- og oppholdsareal i norske kommuner fra 2004 til 2013, samt befolkningsstatistikk for kommunene i samsvarende år. I den statistiske analysen søker vi å finne ut i hvor stor grad befolkningsutviklingen påvirker hvor mye areal som settes opp i barnehager (se vedlegg I for utskrift fra statistisk programvare). Vår analyse viser at befolkning har en signifikant innvirkning på arealutviklingen for barnehager.

Vi har benyttet resultatene fra den statistiske analysen på befolkningsdata for perioden 2004-2014 for å teste hvor godt modellen treffer for de årene vi har data for areal, samt benyttet SSBs befolkningsfremskrivninger<sup>9</sup> for å estimere areal i barnehager i fremtiden. Figuren under viser faktiske data i årene 2005<sup>10</sup>-2013 for leke- og oppholdsareal (blå linje) og vårt estimat for disse årene (rød stiplet linje). Vårt estimat er litt lavere enn de faktiske verdiene og er i gjennomsnitt 8 prosent feil i denne perioden. For årene mellom 2014 og 2030 har vi benyttet befolkningsfremskrivningene for å komme med et estimat på arealet i fremtiden (grønn linje). Linjene over og under fremskrivningen av arealet viser et 90 prosents konfidensintervall for vår modell og representerer usikkerhetsspennet i vårt estimat.

Estimatet viser at det eksempelvis vil være nesten 2 millioner m<sup>2</sup> leke- og oppholdsareal i barnehager i 2020, en økning på 25 % fra dagens 1,5 millioner m<sup>2</sup>. Vi vil påpeke at alle statistiske undersøkelser er beheftet med usikkerhet. Denne fremskrivningen av areal er basert på en enkel modell og er ikke noen fullstendig modell av arealutviklingen i barnehager i Norge. Modellen gir imidlertid en indikasjon på hvordan befolkningsveksten påvirker behovet for areal i barnehager.

<sup>9</sup> MMMM-alternativ

<sup>10</sup> Har også faktiske data for 2004, men denne verdien må brukes som initialverdi for modellen vår.



Figur 35: Faktisk og estimert leke- og oppholdsareal i perioden 2005-2030. Kilde: Egen beregning

### Barnehageloven

I Soria Moria-erklæringen fra 2005 lanserte regjeringen målet om å innføre lovfestet individuell rett til barnehageplass. Rett til barnehageplass trådte i kraft 1.1.2009 og har hjemmel i Lov om barnehager § 12 «Barn som fyller ett år senest innen utgangen av august det året det søkes om barnehageplass, har etter søknad rett til å få plass i barnehage fra august i samsvar med denne loven med forskrifter».

Før 2009 inneholdt barnehageloven ingen individuell rett til barnehageplass for det enkelte barn. Soria Moria-erklæringen i 2005 inneholdt likevel en lovnad om full barnehagedekning. Denne lovnaden kommer også til syne gjennom statistikken som viser at det har vært vekst i antall barn i barnehage spesielt i årene mellom 2005 og 2009 hvor det var en økning på 20 prosent. Denne veksten påvirker følgelig byggingen av barnehager og dermed arealutviklingen, noe som også ble bekreftet i intervjuene.

I dag er det likevel slik at det kan være vanskelig å få barnehageplass til barn som er født etter 1. september eller barn som er født tidlig på året og som ikke ønsker å vente til barnehageopptak etter sommerferien. Etterspørselen etter barnehageplasser er derfor i realiteten nok noe høyere. Loven sier i dag at kommunen skal minimum ha ett opptak i året. Ett opptak i året kan også føre til at flere står lenger i ventekø enn dersom det hadde vært kontinuerlig opptak eller flere opptak i året. Per i dag har man kun statistikk over antall barn som går i en barnehage per 15. desember, men ikke statistikk over antall barn som står i kø. Det er derfor vanskelig å si hvor mange flere som ønsker barnehageplass enn de som har fått.

Den sittende regjeringen kom i sin samarbeidsavtale høsten 2013 med flere satsningsområder for barnehagesektoren. Løftene omhandlet dog kvaliteten på barnehagene og ikke tilbudet om barnehageplass. Det reviderte nasjonalbudsjettet som ble lagt frem våren 2014 inneholder en økning av kontantstøtten til ettåringer med 1000 kroner til 6000 kroner. For barn i alderen ett og et halvt til to år medfører økningen et hopp fra 3303 til 6000 kroner i måneden.<sup>11</sup> Regjeringen legger samtidig til grunn at en økning i kontantstøtten fører til at behovet for barnehageplasser går ned med over 4000 plasser på landsbasis og kutter derfor i innbyggertilskuddet.<sup>12</sup> Regjeringens politikk og lovgiving kan ha

<sup>11</sup> [Statsbudsjett 2014](#)

<sup>12</sup> Statlig tilskudd som delfinansierer kommunenes driftsutgifter og som gis med et likt beløp per innbygger til alle kommuner.

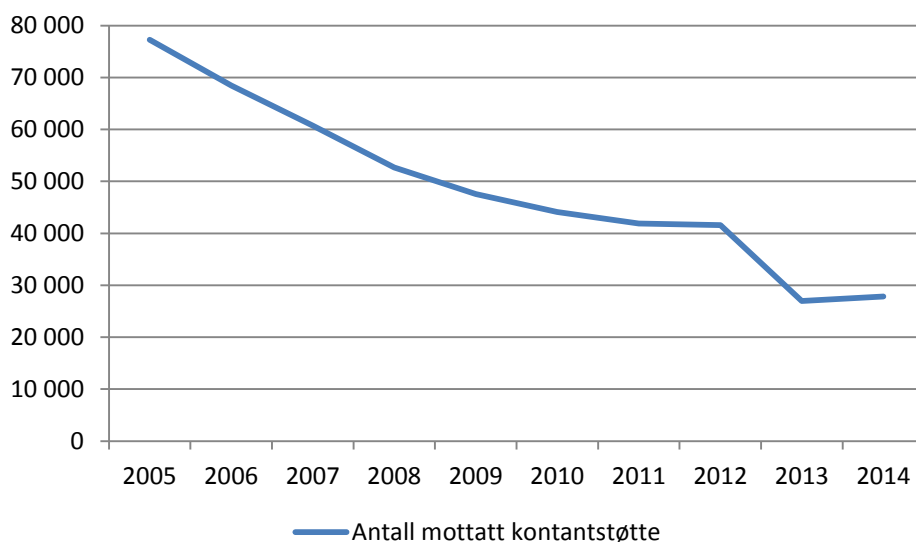
stor betydning for antallet barnehageplasser i årene som kommer. Det er fortsatt et potensial til å få flere barn i barnehagen, men fordi det er usikkert hvor mange som faktisk etterspør barnehageplass og som ikke får det, og hva slags barnehagepolitikk som vil føres i fremtiden, er det vanskelig å si om arealutviklingen vil fortsette å øke (på grunn av flere barn i barnehage).

### Kontantstøtte

Kontantstøtte er en ytelse som gis til foreldre med barn mellom ett år og to år som ikke eller bare delvis benytter barnehage. Rett til kontantstøtte er nedfelt i lov om kontantstøtte til småbarnsforeldre. Kontantstøtten ble innført 1. august 1998 for ettåringer, men ble innført 1. januar 1999 til også å gjelde toåringer. Formålet med kontantstøtten var blant annet å motivere foreldre til å tilbringe mer tid sammen med barna sine. Fra 1. august 2012 ble kontantstøtteleven endret. Den vesentligste endringen var at kontantstøtten for toåringer bortfalt. Som beskrevet over vil den sittende regjeringen gjeninnføre kontantstøtten, i tillegg til å øke satsene.

Innføring av kontantstøtte og ikke minst størrelsen på satsene, kan ha innvirkning på etterspørselen etter barnehageplasser. En studie viser at spesielt innvandrerkvinner har redusert sitt arbeidstilbud på grunn av kontantstøtten.

Figuren under viser en oversikt over antallet som har mottatt kontantstøtte fra 2004 til 2013. Som grafen viser har antallet gått kraftig ned siden 2005. Fra 2012 til 2013 falt antallet som mottok støtte med over 35 prosent, noe som nok kan tilskrives lovendringen i 2012. Nedgangen disse årene må også sees i sammenheng med innføringen av rett til barnehageplass.



Figur 36: Antall som har mottatt kontantstøtte, 2005-2014. Kilde: nav.no

Statistikken tyder på at antallet som mottar kontantstøtte er synkende. Tallene er likevel fra en periode med en regjering som ønsket å avskaffe kontantstøtten. Nå som det er vedtatt at kontantstøtten for toåringer skal gjeninnføres, samtidig som satsene har økt, kan dette igjen føre til at etterspørselen etter barnehageplasser vil synke. Dette har regjeringen også tatt høyde for i sitt statsbudsjett. Dersom satsene fortsetter å øke kan det føre til en noe synkende etterspørsel etter barnehager som i siste ende kan gjøre at barnehagearealet reduseres. Likevel er det nok lite sannsynlig

at kontantstøtten vil påvirke antallet barnehageplasser betydelig, noe som også intervjuobjektene bekrefter.

### Maksbetaling

Hva prisen for en barnehageplass ligger på kan ha mye å si for etterspørselen etter barnehager. Forskrift om foreldrebetaling av barnehage angir at foreldrebetaling for en plass i barnehage ikke skal settes høyere maksimalgrensen, som fastsettes i Stortingets årlige budsjettvedtak. I statsbudsjettet 2014 foreslår regjeringen at maksimal foreldrebetaling for en heltidsplass i barnehage fastsettes til 2360 kroner. Regjeringen innfrir dermed det opprinnelige løftet i Soria Moria I hvor maksimalgrensen ble satt til 1750 kroner (2005-kroner).<sup>13</sup>

Den sittende regjeringen har fortsatt et mål om at foreldrebetalingen skal være så lav at alle som ønsker det skal ha råd til å ha barna sine i barnehage. At regjeringen fortsetter å ha fokus på lav maksimalgrense kan tyde på at prisen ikke i nærmeste fremtid vil øke og dermed ikke vil ha en stor innvirkning på etterspørselen etter barnehageplasser, og dermed ikke ha stor påvirkning på arealet som blir bygget.

### Kvadratmeter per barn

Barnehageloven inneholder ikke absolutte krav til arealet i barnehager. Det finnes likevel en veiledende arealnorm som kommer til uttrykk i kunnskapsdepartementets rundskriv til barnehageloven [23]. Til § 10 som omhandler kommunenes, som barnehagemyndighet, godkjenning av søknader står det:

*«Veiledende norm for barns lekeareal inne er 4 kvadratmeter netto per barn over tre år og om lag 1/3 mer per barn under tre år.»*

Den veiledende arealnormen har betydning for barnehageeieren ved fastsetting av leke- og oppholdsareal per barn og ved kommunens godkjenning og tilsyn. I «barns lekeareal» inngår de arealene som faktisk står til disposisjon for barnas aktiviteter som lekerom, grupperom og sove- og hvilerom. Personalrom, kontorer, stellerom, toaletter og lignende skal ikke tas med i beregningen.

I tillegg til den veiledende arealnormen har de største kommunene i landet utarbeidet sine egne funksjons- og arealprogram. Funksjons- og arealprogram for kommunale barnehager i Trondheim, utarbeidet av Trondheim kommune og Sintef, gir føringer for fysisk utforming av barnehager i Trondheim kommune samtidig som det gis rom for tilpasninger ved den enkelte barnehage. Denne standarden har vært og er fortsatt forbilde for mange norske kommuner.<sup>14</sup> Tabellen under er hentet fra funksjons- og arealprogrammet og viser anbefalt nettoareal til en barnehage dimensjonert for 72 storbarnsekvivalenter.<sup>15</sup>

---

<sup>13</sup> I Soria Moria-erklæringen fra 2005 ble det fastsatt en maksimalgrense for foreldrebetaling på 1750 kroner (2005-kroner). Det har i de årlige statsbudsjettene blitt bevilget midler til nominell videreføring av maksimalprisen, første gang i statsbudsjettet for 2008.

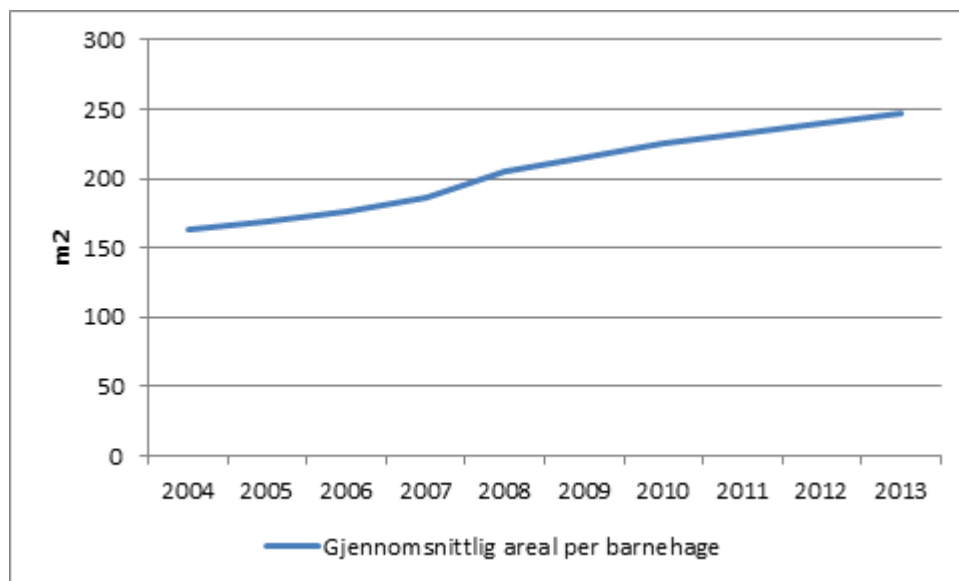
<sup>14</sup> Nevnt i intervju med skoleplanlegger.

<sup>15</sup> Dvs. 72 barn over tre år som har heldags tilbud. Med tanke på størrelsen på leke- og oppholdsarealet er 14 småbarn (under tre år) ekvivalent med 18 store barn (over tre år). Barnetallet kan altså variere mellom 56 barn, alle under 3 år, og 72 barn, alle over 3 år. Defleste barnehager vil ha både små og store barn.

Tabell 19: Sum nettoareal for en barnehage dimensjonert for 72 storbarnsekvivalenter. Kilde: Funksjons- og arealprogram for kommunale barnehager i Trondheim (2005) [24]

Barnehage for 72 storbarnsekvivalenter	Nettoareal i m <sup>2</sup>
Leke- og oppholdsareal	288
Kjøkken	26
Barnas garderober	99
Stellerom pluss HC-toalett	16
Møte- og pauserom	46
Kontorer	20
Personalgarderobe	15
Lager og renholdssentral	44
<b>SUM Nettoareal</b>	<b>554</b>

Etter en evaluering av barnehager som ble bygd i tidsrommet 2003-2004 har Trondheim eiendom konkludert med at arealnormen på 554 kvadratmeter for en barnehage som fyller 72 storbarnsekvivalenter er lønnsom, både areal- og driftsmessig. Under kapitlet som omhandler arealer i barnehager kom det frem at gjennomsnittsarealet i en barnehage var 493 kvadratmeter i 2013. Dette var dog bruttoareal. Kapittel 4.1.1 viser arealtall fra NVE, Enova og Entro. Tallene viser et høyere gjennomsnittsareal på mellom 587 og 634 m<sup>2</sup>. Det anses som en fordel at barnehager har en viss størrelse fordi det gir muligheten til å bruke mer areal på å utforme flere spesialrom (som musikkrom, formingsrom osv.). I forbindelse med dette prosjektet har vi intervjuet personer som jobber med barnehage- og skoleplanlegging. I intervjuene kom det frem at barnehagene som er bygget de siste årene skal ha blitt større og heller færre, nettopp fordi det er mer lønnsomt å bygge større barnehager. Figur 5 og ikke minst figur 37 bekrefter denne hypotesen. Figuren viser gjennomsnittlig areal (leke- og oppholdsareal) per barnehage i perioden 2004-2013. Som figuren viser har det vært en nokså kraftig vekst i leke- og oppholdsareal per barnehage i perioden. I 2004 var gjennomsnittlig areal på i overkant av 150 m<sup>2</sup>, mens det i 2013 lå på nærmere 250 m<sup>2</sup>, tilsvarende en vekst på 66 prosent. Sammenligner man tallene med arealnormen til Trondheim kommune ligger gjennomsnittet litt under det anbefalte arealet, men nærmer seg likevel «målet».



Figur 37: Gjennomsnittlig areal per barnehage 2004-2013. Kilde: SSB

I Funksjons- og arealprogram for kommunale barnehager i Trondheim legges det også vekt på at barnehagene skal være miljøvennlige med et sunt inneklima og lavt energibruk.

Med krav om antall kvadratmeter per barn og standarder som sier noe om anbefalt størrelse på fremtidige barnehager, tyder det på at det er mer fokus på å bygge arealeffektive barnehager og at dette også kommer til å være trenden fremover. Statistikken viser at størrelsen på barnehager er på vei opp og at antallet barnehager går motsatt. Større bygg har normalt et lavere spesifikt energiforbruk enn mindre bygg, gitt at alt annet er likt. Derfor gir større og færre bygg et lavere energiforbruk samlet sett. Når det også bygges mer arealeffektivt, betyr det at barnehagen ikke bygges større enn nødvendig og at dette derfor gir et lavere energiforbruk samlet sett, selv om det spesifikke energiforbruket på noen poster øker når man putter inn samme antall personer og utstyr på et mindre areal. Dette gir en indikasjon på at forskrifter og strengere krav til utforming av barnehagebygg kan føre til et lavere spesifikt energiforbruk i fremtiden.

## 6.1.2 Grunnskole/Videregående skole

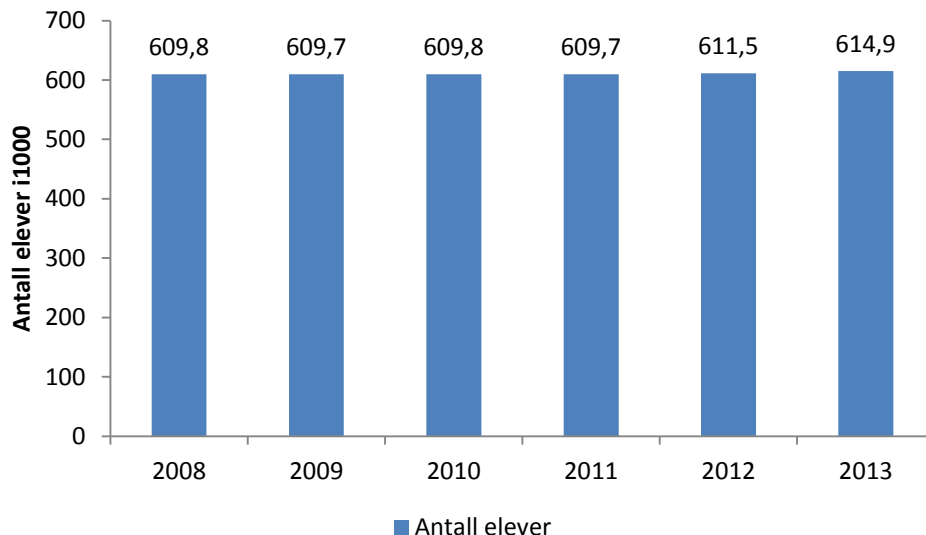
### Opplæringslova

§ 2-1 i Lov om grunnskolen og den vidaregåande opplæringa av 1998 sier at barn og unge har plikt til grunnskoleopplæring. Plikten kan ivaretas gjennom offentlig grunnskoleopplæring eller gjennom annen tilsvarende opplæring. Fordi det er plikt til grunnskoleopplæring i Norge kan befolkningsvekst- og framskrivninger benyttes som et godt grunnlag når fremtidig arealbehov i grunnskoler skal estimeres.

For ungdom som har fullført grunnskolen eller tilsvarende opplæring, sier loven at vedkommende har rett til tre års heltids videregående opplæring. Forskjellen mellom grunnskole og videregående er dermed at det er en skoleplikt de første 10 årene mens det er valgfritt å gå på videregående skole.

### Befolkning og antall elever i grunnskolen

Antall elever i grunnskolen var i 2004 omtrent 610 00 barn og ungdommer på landsbasis. Fra 2008 frem mot 2013 har antallet elever vokst med omtrent 14 prosent. I 2013 var det nesten 615 000 elever i grunnskolen Norge.



Figur 38: Antall elever i grunnskolen i perioden 2008 til 2013. Kilde: SSB.

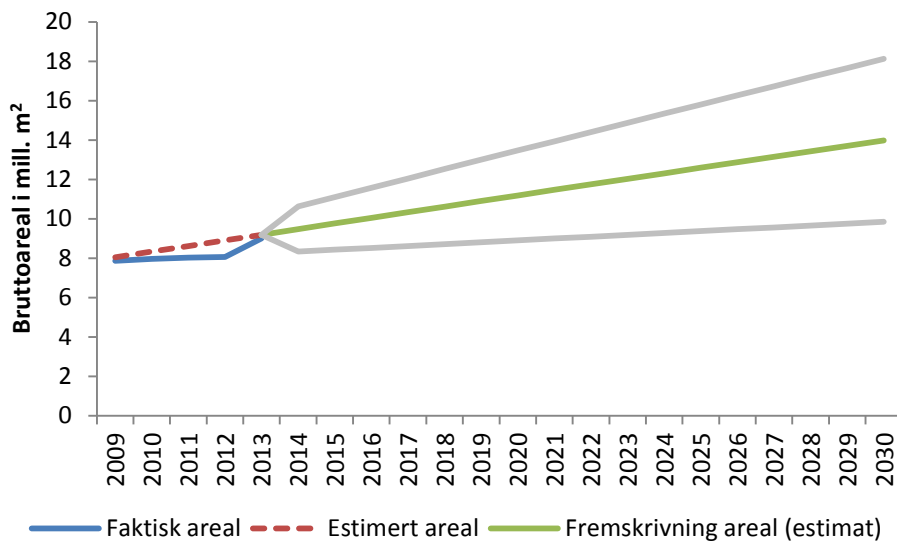
I likhet med barnehager har vi gjort en statistisk analyse av sammenhengen mellom bruttoareal i kommunale grunnskoler og befolkning (se vedlegg J for utskrift fra statistisk programvare). Analysen er gjennomført for å se på hvorvidt og eventuelt hvor sterk driver befolkningsutviklingen er på areal i skolebygg i Norge. Datasettet er det samme bruttoarealet for grunnskoler som er presentert tidligere, samt befolkningsstatistikk for kommunene i samsvarende år.

Vi finner en statistisk signifikant sammenheng mellom areal i skolebygg og befolkning, noe som ikke er overraskende. Når det gjelder areal i skolebygg har vi data for relativt få år, og følgelig vil usikkerheten i de statistiske undersøkelsene være større enn hva som var tilfelle for areal i barnehager. Dette er illustrert ved at usikkerhetsspennet i estimatet nedenfor er større. Et interessant funn fra analysene er at det er en større tidsforskyvning i modellen. Arealet i skolebygg påvirkes signifikant av hvordan arealsituasjonen var to år tidligere. Dette kan indikere at planleggingen for skolebygg er mer fremadskuende enn hva som var tilfelle med barnehagene. Dette kan skyldes at skolebygg er betydelig større i areal og at oppføringstiden er lengre enn hva den er for barnehagebygg.

Figuren under viser faktiske data på bruttoareal i kommunale skolebygg i årene 2009<sup>16</sup>-2013 (blå linje) og estimert estimat for disse årene (rød stippet linje). Estimaten er noe høyere enn de faktiske verdiene og er i gjennomsnitt 5 prosent feil. For årene mellom 2014 og 2030 er befolkningsframskrivningene benyttet for å komme med et estimat på arealet i fremtiden (grønn linje). Linjene over og under framskrivningen av arealet viser et 90 prosents konfidensintervall for modellen. Siden tidsrommet vi har data for er kortere enn hva som var tilfelle for barnehager, er det også mer usikkerhet knyttet til modellen enn det som var tilfelle for barnehager. Dette gjenspeiles i at usikkerhetsspennet i estimert areal er større.

<sup>16</sup> Har også faktiske data for 2008, men denne verdien må brukes som initialverdi for modellen vår.

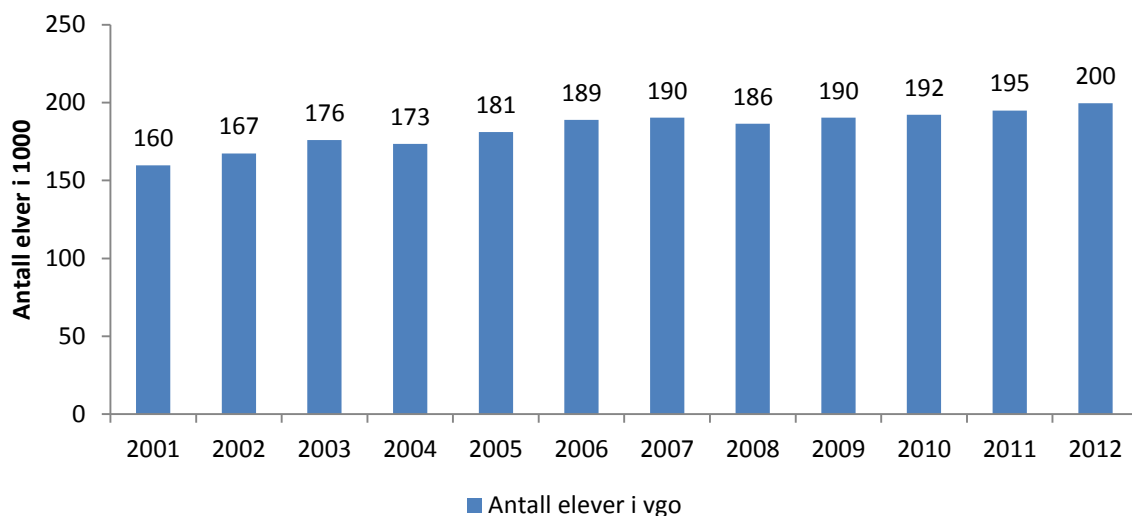




Figur 39: Faktisk og estimert leke- og oppholdsareal i perioden 2009-2030. Kilde: Egen beregning

### Antall elever og frafall i videregående skole

Antallet elever i videregående opplæring var i 2001 på rundt 160 000 elever, mens antallet har økt med 25 prosent til 200 000 elever i 2012.



Figur 40: Antall elever i videregående opplæring i Norge i årene 2001 til 2012. Kilde: SSB. Elever i videregående opplæring. Studenter på forkurs for ingeniørhøgskole er inkludert i tallene til og med årgang 2004.

Omtrent 60 prosent av elevene i videregående opplæring fullfører innen normert tid. Dette er et gjennomsnitt av gjennomstrømningen ved studieforbereende- og yrkesfaglig videregående opplæring. I løpet av 5 år har omtrent 70 prosent av de som startet på videregående opplæring fullført sitt utdanningsløp. Det er personer som fullfører videregående utdanning på lengre tid enn 5 år, men dette er relativt få.

Frafallet i videregående utdanning vil isolert sett føre til at det er færre elever igjen som vil ha et mindre arealbehov. Videre slutter mange først etter det første året på videregående opplæring, og dimensjoneringen av skolene vil bli basert på dette elevtallet noe som kan føre til at man har «for

mye» areal knyttet til videregående skoler. På den annen side er det ti prosent av elevene som bruker mer enn normert tid på sin videregående opplæring. Dette vil isolert sett føre til at man har behov for mer arealer i videregående skoler.<sup>17</sup>

Basert på de data som vi har for areal, antall elever i videregående opplæring og befolkning, har vi ikke lyktes å lage en statistisk framskrivningsmodell som gir valide estimater for arealutviklingen i årene fremover. De deskriptive dataene viser at det fylkeskommunale bruttoarealet knyttet til skolebygg har ligget temmelig konstant mellom 2008 og 2013, men med en liten nedadgående trend. Antall elever ligger også relativt konstant for de årene vi har data for. Dette leder oss til å tro at det eksisterende arealet som finnes har kapasitet til å ta unna det økende antallet elever i videregående vi har sett de siste årene. Dersom det ikke skjer et trendbrudd, som for eksempel at frafallet reduseres betraktelig, hvor det blir betydelig flere elever over en kort tidsperiode, vil det trolig ikke skje store endringer i mengden areal i videregående skoler. Det vil imidlertid være behov for rehabilitering av det eksisterende arealet.

### Trender i nye skolebygg

Skolen har tidligere vært preget av et stabilt syn på læring og utforming av skolebygg med klasserom på hver side av lange korridorer. På 70-tallet ble den klassiske utformingen utfordret av mer åpne landskapskoler som skulle gi rom for variert virksomhet og økt elevaktivitet. Disse åpne arealene ble i etterkant bygget igjen, da det blant annet førte til mye støy. Den mer klassiske klasseromsskolen ble derfor likevel en dominerende trend innen skolebygg frem til slutten av det 20. århundret. Det har blitt fokus på noen nye funksjoner de siste 20 årene. Blant annet har garderobe blitt veldig viktig. Det har blitt større krav til tørre klær, innesko osv., som krever areal. Det har blitt mer fokus på mat i skolen enn før. Flere skoler har større kjøkken og en del barneskoler bygger også kantiner. Det er også flere barneskoler som bygger flerbrukshaller, som gjerne er større enn gymsalene som har blitt bygget tidligere.

Når nye skoler skal bygges i disse tider, er det fokus på at det skal legges til rette for fremtidens skole med fleksible løsninger, sambruk og åpenhet. Dette er beskrivelser som blant annet finnes i *standardbeskrivelser for nye skolebygg* i Oslo og Bergen kommune.

De nye skolene har fortsatt klasserom, men de organiseres gjerne annerledes enn før. I dag er klasserommene knyttet til et såkalt hjemmeområde. Et hjemmeområde er der eleven oppholder seg mest og har tilhørighet og består gjerne av grupperom, toaletter og garderober. Det er en slags skole i skolen. Disse hjemmeområdene har kommet som følge av at elever nå bruker med tid på skolen og har behov for andre arealer enn tidligere. SFO/Aktivitetsskolen<sup>18</sup> starter mellom kl. 07 og kl. 08 og holder på til kl. 17 på ettermiddagen.

I motsetning til barnehager er det ingen nasjonale føringer som sier noe om utforming av skoler eller anbefalt kvadratmeter per barn. Det er derfor ofte stor variasjon i utformingen av skolene som har blitt bygget og de som nå blir ferdigstilt. Flere kommuner har likevel utarbeidet egne areal- og funksjonsprogram som blant annet beskriver arealer og funksjoner i skolebygg. Disse programmene legger vekt på sambruk med andre brukergrupper og samlokalisering av andre offentlige tjenester som kulturhus, helsestasjon og lignende. I intervjuene som ble gjennomført med skoleplanleggere kom det

---

<sup>17</sup> Mange av elevene begynner på en studieretning, men slutter og begynner på nytt igjen året etter.

<sup>18</sup>SFO/Aktivitetsskolen er et tilbud til alle barn på 1.-4. trinn, og for barn med særskilte behov på 1.-7. trinn.

frem at det ved bygging av skoler er store arealforskjeller geografisk i landet. I Trondheim er eksempelvis arealbruken høy, mens Oslo har lav. Oslo vokser fort og det bygges derfor mye. Osloskolen er gjerne et forbilde for andre kommuner og viser at det er mulig å bygge arealeffektive skoler. Likevel velger ofte andre kommuner med større plass å legge på litt areal der de mener det er trangt.

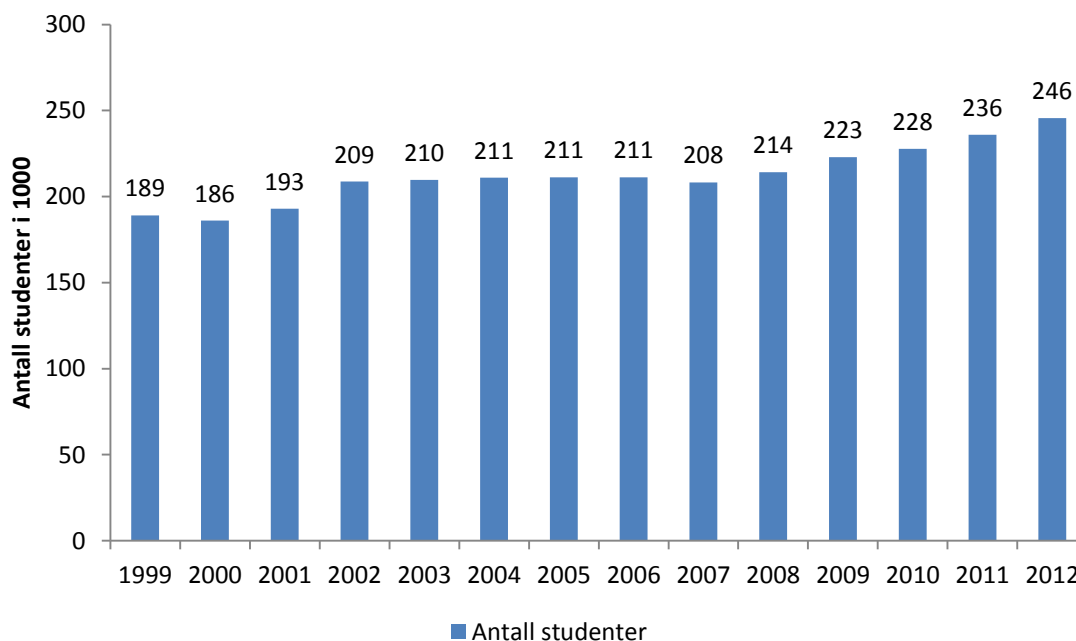
Det er vanskelig å si hvordan skolene vil utformes i fremtiden. Likevel antydes det, både gjennom areal- og funksjonsprogrammer og trender innen skoleplanlegging, at fremtidens skoler vil være mer arealeffektive med flere funksjoner i bygget og at sambruk vil få enda mer fokus. Statistikken viser også at antallet skoler går ned samtidig som størrelsene på skolene går opp.

### 6.1.3 Universitet/høyskole

#### Antall studenter

Antall studenter i Norge var i 1999 omtrent 189 000, mens antallet har økt med 30 prosent til 246 000 studenter i 2012.

I perioden mellom 2009 og 2012, viser det seg at bruttoarealet i universiteter og høyskoler har vokst med 3 prosent i den samme perioden hvor antall studenter har vokst med 10 prosent. Dette indikerer at den sterke veksten i antall studenter har utløst et ytterligere behov for arealer i universiteter- og høyskoler, men veksten har dog ikke vært like sterk i areal som i antallet studenter. Årsaken kan være at man gjerne maksimerer arealbruken (dvs. flere studenter per kvadratmeter) til det ytterste, før det bygges nye arealer.



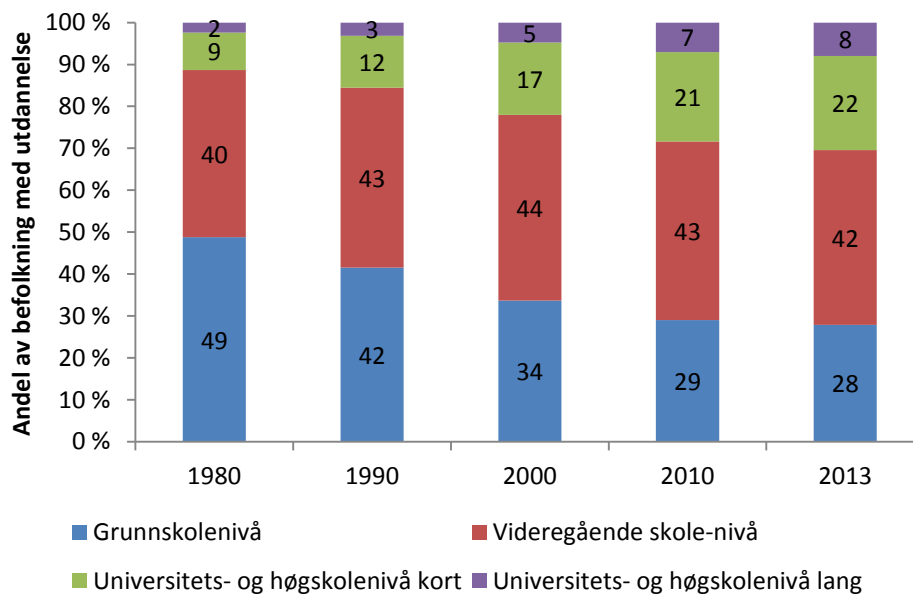
Figur 41: Antall studenter i Norge i perioden mellom 1999 og 2012. Kilde: SSB. Studenter etter lærested.

Den gjennomsnittlige årlige veksten i antall studenter fra 1999 til 2012 har vært på nesten 2,1 prosent. Dersom man antar at denne trenden opprettholdes i årene som kommer vil det være 290 000 studenter i Norge i 2020 og hele 355 000 studenter i 2030. Dette gir en indikasjon på at arealet i universiteter- og høyskoler trolig vil øke for å dekke behovet for studieplasser.

### Utdanningstilbøyelighet

Utdanningstilbøyelighet kan si noe om etterspørsel etter studieplasser og dermed behovet for areal. Når man sammenligner antallet studenter på høyskole/universitet med antall elever i videregående skole, ser en at veksten i antall studenter er betydelig sterkere enn veksten i antall elever. Dette skyldes i stor grad at flere enn før tar mer og lengre utdanning.

Figuren under viser andelene av landets befolkning med registrerte høyeste utdanningsnivå. Figuren viser at andelen med høyere utdanning (både kort og lang universitets- og høgskolenivå) har vokst fra 11 prosent i 1980 til 30 prosent i 2013.



Figur 42: Utdanningsnivå i Norge i 1980, 1990, 2000, 2010 og 2013. Kilde: SSB.

Som figuren viser har det vært en markant vekst i andelen av befolkningen som tar høyere utdanning. Dette innebærer at langt flere mennesker har et lengre opphold på de høyere utdanningsinstitusjonene. Det er ikke noe som tilsier at denne trenden vil stoppe eller flate ut. Det kan derfor tyde på at universitetene og høyskolene i Norge vil få behov for å vokse i areal i årene som kommer for å dekke den store etterspørselen etter studieplasser.

### Befolkning og areal

For barnehager og grunnskolen har vi vært i stand til å lage framskrivninger for arealutviklingen basert på befolkningsframskrivninger fra SSB, mens for videregående utdanning var sammenhengen svak. Vi har gjort en lignende undersøkelse for høyere utdanning på nasjonalt nivå. For høyere utdanning er den perioden vi har data for areal relativt kort, som fører til at usikkerheten i estimatene er så høy at bruken av slike estimater vil være misvisende. Det er dog en sammenheng mellom befolkning og areal i høyere utdanningsinstitusjoner og det er trolig slik at når befolkningen vokser vil behovet for areal i universiteter og høyskoler øke.

## 6.2 Trender og drivere som påvirker spesifikt energibruk

I dette delkapitlet ser vi på trender og drivere som kan påvirke utviklingen av spesifikk energibruk i undervisningsbygg. Fordi trender og drivere som påvirker spesifikt energibruk er likere på tvers av bygningskategoriene i undervisningsbygg er disse omtalt samlet. Der hvor en bygningskategori skiller seg ut er dette spesifikt nevnt. Vi fokuserer på de trender og drivere som er spesifikke for undervisningsbygg. Disse behandles først. Deretter beskrives de viktigste av trender og drivere som er sammenfallende med andre bygningskategorier. Og til sist en oppsummering av trender og drivere som påvirker de ulike energipostene (formålsdelingen).

### 6.2.1 Trender og drivere spesifikke for undervisningsbygg

#### IKT i skolen

Bruk av digitale verktøy blir stadig en viktigere del av undervisningen, både i grunnskolen og på videregående skole. I 2006 ble det å beherske digitale verktøy og medier innført som en av de fem grunnleggende ferdighetene som inngår på tvers av fagene i Læreplanverket for Kunnskapsløftet. Utdanningsdirektoratet publiserer hvert år tall som viser antall elever per PC i grunnskolen (både offentlige og private).<sup>19</sup> Fra skoleåret 2008/09 og til 2012/13 har antallet elever per PC har gått ned fra 3,5 elever til 2,8 elever.<sup>20</sup> Senter for IKT i utdanningen publiserer hvert år en undersøkelse om digital kompetanse og erfaringer med bruk av IKT i skolen. Undersøkelsen fra 2011 viser at elever i 2. klasse på videregående skole har en hyppigere bruk av IKT sammenlignet med elever på 9. trinn og 7. trinn. En av årsakene til at bruken er større er trolig at det er nesten 1 til 1 dekning i antall elever per PC i videregående skole [25].

Økt bruk av digitale verktøy har innvirkning på energibruken på skoler. Egne datarom og dataromskjøling gir økt energiforbruk, i tillegg til at elever tar med egne PCer og annet elektronisk utstyr som skal lades. Det er ingenting som skulle tilsa at bruken av digitale verktøy skal synke i årene fremover. Det er vel heller en trend at tettheten av PCer bare vil øke, spesielt i barne- og ungdomsskolene. Økt bruk av IKT i skolen tyder på at energibruken i skolene vil øke i årene som kommer, dvs. at spesifikt energiforbruk øker for energiposten utstyr.

#### Mat i barnehagen og skolen

Arbeid med måltider i barnehage og skoler har blitt en stadig viktigere del av arbeidet med norsk folkehelse. Flere og flere barnehager tilbyr eksempelvis mer varierte måltid og har varm mat flere ganger i uken. Mer matlaging og varm mat krever mer kjøle- og frysekapasitet og mer bruk av komfyr og oppvaskmaskin som krever mer energi.

I 2011 kartla Helsedirektoratet blant annet måltider i norske barnehager [26]. Undersøkelsen ble gjennomført i et landsrepresentativt utvalg av ordinære offentlige og private barnehager. 24 prosent av barnehagene hadde tilbud om varm mat to ganger i uken eller oftere, mens halvparten hadde dette en gang i uken. 22 prosent hadde varm mat 1 til 3 ganger i løpet av en måned. Et fåtall av barnehagene oppga at de bestilte mat fra cateringbyrå. Det betyr at de fleste av barnehagene kjøper inn råvarer og tilbereder maten selv.

---

<sup>19</sup> [Utdanningsdirektoratet - Skoleporten](#)

<sup>20</sup> I samme periode vet vi at elevantallet har økt.

Tilbud om varm mat i skolen har vært en het debatt i flere år. Flere matforskere mener at fraværet av skolemat kan gi konsentrasjonsvansker, dårligere prestasjoner og flere konflikter. I Sverige har gratis skolemat vært en tradisjon i en årrekke. Intervju med skoleplanleggere avdekket at det blir mer og mer vanlig å bygge barneskoler med kantine. Kantiner drar ikke bare areal som påvirker energibruken, men også kjøl- og frys og bruk av komfyr og oppvaskmaskiner.

Hvordan fremtiden vil se ut er vanskelig å si, men det er en trend at varm mat blir mer og mer vanlig i barnehager og at flere nye skoler bygges med kantiner. I tillegg har norske helsemyndigheter fokus på å bedre kostholdet blant barn og unge. Dette kan tilsa at bruken av kjøll og frys, komfyrer og vaskemaskiner vil være økende i årene som kommer. Dvs. at spesifikt energiforbruk øker for energiposten utstyr.

### **Åpningstider/driftstid**

Andelen barnehager med åpningstid 10 timer eller mer per dag har økt fra 28 prosent i 2008 til 32 prosent i 2013. Samtidig har andelen barnehager med åpningstid mellom 6 og 9 timer per dag gått ned tilsvarende. Andelen barn som er i barnehage 41 timer eller mer per uke har økt fra 1999 med 34 prosentpoeng til 92 prosent. Det betyr at nesten alle barn som går i barnehage har fulltidsplass.

Den siste tiden har det blitt skrevet mye i media om kvelds- og døgnåpne barnehager. I Sverige har regjeringen satt av over 100 millioner svenske kroner for å bedre barnehagetilbudet på kveld- og nattetid. I Sverige tilbys «nattis», som er barnehage som er åpent sent på kvelden eller om natten. Dette er et tilbud som svenskene har hatt siden 1988. I Norge er det i dag 6 barnehager som har åpningstid på over 12 timer eller mer, men barnehagene har likevel en begrensning på oppholdstid på 10 timer eller mindre. Med mer og mer skiftarbeid kan det tvinge seg frem et behov også i Norge for flere kvelds- og nattåpne barnehager.<sup>21</sup>

Det er ikke bare i barnehager at åpningstiden har økt. Også skoler opplever lengre driftstid. Blant annet med økt bruk av SFO/aktivitetsskole, i tillegg til sambruk med andre brukergrupper, er skolen i bruk ikke bare når elevene er på skolen.

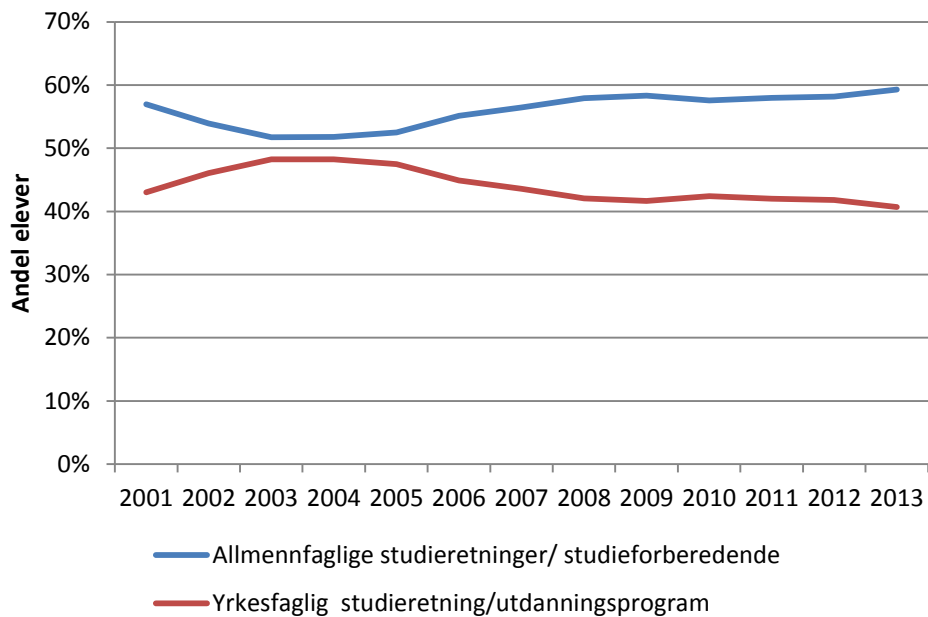
Lengre åpningstider eller antall timer bygget er i bruk har en direkte påvirkning på energibruken. Ventilasjon, belysning osv. får en lengre driftstid. Som nevnt tidligere har flere av kommunenes areal- og funksjonsprogram fokus på andre brukergrupper, i tillegg ser det ut til at flere og flere barnehager vil være åpne lenger. Lengre åpningstider vil få en direkte innvirkning på energibruken i negativ forstand, i og med at driftstiden på tekniske anlegg blir lengre.

### **Studieretning i videregående skole**

Flere av de yrkesfaglige linjene kan kreve mer energi enn vanlig klasseromsundervisning som er den vanligste undervisningsformen i de allmennfaglige studieretningene. Årsaken til at de yrkesfaglige linjene kan kreve mer energi er fordi at undervisningsformen blant flere av disse linjene foregår i verkstedhaller eller benytter utstyr som er energikrevende. Undervisningsformen kan direkte påvirke arealbehov, samt det spesifikke forbruket.

---

<sup>21</sup> [Barnehage døgnet rundt](#)



Figur 43: Fordeling av antall elever som går allmennfaglige og yrkesfaglige studieretning. Kilde: SSB.

Figuren over viser fordelingen elever som går allmennfaglige og yrkesfaglige studieretning for årene 2001-2013. I 2013 var det nærmere 60 prosent som tok allmennfaglige studieretning mens 40 prosent tok valgte yrkesfaglig studieretning. Det har vært en tendens det siste tiåret at andelen som går allmennfaglige studieretninger har økt. Dette henger også sammen med at det er flere som tar høyere utdanning i Norge. Dersom denne trenden fortsetter så kan det føre til at den vanlige klasseromsundervisningen øker i videregående skole, mens det vil være synkende behov for verkstedhaller og bruk av mye energikrevende utstyr, noe som kan ha en positiv effekt på energibruken i fremtiden.

## 6.2.2 Trender og drivere sammenfallende med andre bygningskategorier

### Utvikling i byggeforskrifter

Utviklingen i byggeforskrifter (TEK) og tilhørende teoretiske beregninger (se vedlegg F) viser en trend for redusert spesifikk energiforbruk. Analysen i kapittel 4 med bl.a. presentasjon av målt energibruk for forskjellige byggeperioder, bekrefter at energibruken faller jo nyere byggene er. Og med myndighetenes mål om passivhusnivå i 2015 og nær nullenergibygging i 2020 vil trenden fortsette. Energiregler 2015 er under utvikling, og det foreligger forslag om å flytte målepunktet for energirammen til levert energi (men myndighetene har foreløpig ikke konkludert). Dette vil i så fall gi større fleksibilitet for byggeier i hvordan energirammen skal tilfredsstilles, og muligheten for eksempelvis å prioritere en god varmepumpeløsning fremfor økt isolasjonstykkelse på bygningskroppen. Utvikling i byggeforskrifter er en indirekte driver da det er et forhold som byggeier ikke kan kontrollere. Flere av respondentene i intervjuene viste til utviklingen i byggeforskriftene som den viktigste driveren for redusert energibruk.

### Fokus på energibruk og miljøbevissthet

Økt fokus på lavt energibruk og fornybar energi i nybygg- og ombyggingsprosjekter, bla. som følge av byggeiers ambisiøse energimål om å oppnå en bestemt karakter i energimerkeordningen og/eller klassifisering i BREEAM-NOR, har økt bevisstheten rundt energiriktig planlegging og prosjektering. I

BREEAM er det også fokus på dokumentasjon av løsninger, oppfølging i byggeperiode bla. ift. utførelse som planlagt, teknisk driftsstart og overtagelse, som i større grad sikrer at bygget faktisk får et reelt lavt energiforbruk også i drift.

Flere av respondentene i intervjuene trakk frem rehabilitering som en av de viktigste driverne for redusert energibruk. Med dette menes at når et bygg må pusses opp og fornyes, har mange kommuner en nedfelt energi- og miljøstrategi som innebærer at man samtidig skal vurdere tiltak for energioppgradering, og det kan også være konkrete mål om forbedring av energimerket.

Energimerkeordningen har også økt fokuset på energibruken i eksisterende bygg. I mange kommuner, fylkeskommuner og andre store bygningsforvaltere føres statistikk og oversikter for energimerkene i byggporteføljen. Energiattestens tiltaksliste gjør det mer synlig og lettere for byggeier å se hvilke ENØK-tiltak som kan tas for å bedre energimerket. Den etablerte Miljøfyrtårn-ordningen og den helt ferske BREEAM In-Use er frivillige miljøklassifiseringsordninger som påvirker på samme måte til gjennomføring av tiltak og reduksjon i energibruken.

### **Drift av byggene**

Flere av respondentene i intervjuene trakk frem økt driftsfokus som viktig årsak til redusert energibruk. Det har kommet flere og mer avanserte tekniske anlegg inn i byggene, hvilket stiller større krav til driftstekniker / vaktmester for korrekt betjening og oppfølging, og i større nybygg- og rehabiliteringsprosjekter er det vanlig med etablering av SD-anlegg. Dessuten er det en kjensgjerning at motivasjonen til drifter har mye å si for daglig drift og energibruk, og mange kommuner kurser sitt driftspersonale i energiriktig drift.

Samtlige av de byggeiere som har stilt sine energidata til disposisjon for analyse i dette prosjektet har energioppfølgingsystem (EOS) for sine bygg. Med EOS får byggeier en god kontroll på om energibruken uke for uke ligger innenfor normalen, og vil raskt kunne oppdage eventuelle avvik og gjøre nødvendige korrigeringer før feilbruken gir utslag i for høye energikostnader og forverret inn klima. EOS vil også dokumentere gevinstene ved andre ENØK-tiltak, og sikre at disse ikke går tapt igjen over tid. EOS motiverer driftspersonellet til bedre innsats gjennom at de raskt kan se resultater av sitt arbeid. Erfaring viser at EOS og økt fokus på energibruken alene gjerne gir 3- 10 % energireduksjon. Flere og flere byggeiere ser nytten av EOS.

### **Større bygg**

Både arealstudien i kapittel 3 og energianalysen i kapittel 4 viser at det er en trend å bygge større barnehager og skolebygg. Statistikk fra SSB viser at gjennomsnittsareal for barnehage har økt fra 327 m<sup>2</sup> i 2004 til 493 m<sup>2</sup> i 2013. Grunnskoler har økt fra 3.289 m<sup>2</sup> i 2008 til 4.304 m<sup>2</sup> i 2013. Som forklart i avsnitt 4.1.4 og 4.2.4 reduseres spesifikk energibruk når oppvarmet bruksarealet øker pga. formfaktoren.

### **Energipriser**

Økt energipris fører generelt til økt fokus på ENØK-tiltak. I alle fall er det en sterk sammenheng for private bygningsforvaltere, som eksempelvis for forretningsbygg. Energipriser nevnes imidlertid ikke av intervjuobjektene som en relevant driver. Dette kan muligens skyldes et noe annet fokus i kommuner og fylkeskommuner; - at energikostnadene mer sees på som en fast post på driftsbudsjettet mens bygge/utviklingskostnader er et annet budsjett, og at det muligens er mindre fokus på



bedriftsøkonomisk lønnsomhet i avgjørelsen om gjennomføring av ENØK-tiltak. Dette kan imidlertid ikke bekreftes gjennom intervjuene.

### Temperaturutvikling

Ulike kilder angir økning i årsmiddeltemperaturen fra ulike referanseår frem til i dag, og en sannsynlig videre temperaturøkning. For undervisningsbygg er andelen rom- og ventilasjonsvarme meget stor (ca. 60 % for barnehager og skolebygg), og mildere vintre kan derfor gi betydelig reduksjon i energibruken. Samtidig er det ikke komfortkjøling i barnehager og skoler og beskjedent i universitets- og høgskolebygg, slik at høyere sommertemperaturer vil få mindre konsekvenser.

### 6.2.3 Trender og drivere som påvirker de ulike energiposter (formålsdelingen)

#### Romoppvarming

Utviklingen i byggeforskrifter (TEK) viser en trend til redusert spesifikk energiforbruk til romoppvarming. Reduksjonen for energiposten skyldes forbedret isolering av klimaskallet og tettere bygg (reduert lekkasjetall).

Flere av undervisningsbyggene som er blitt analysert og formålsdelt i denne rapporten, har gjennomført tiltak med varmepumpe. Dette gir stor reduksjon på levert energi.

Skjerping av byggeforskriften (TEK), bedre utførelse av tetting av bygg, samt overgang til mer effektive oppvarmingssystemer, tilsier at romoppvarming vil reduseres fremover.

#### Ventilasjonsvarme

Historiske byggeforskrifter har vist en trend til økning i ventilasjonsluftmengder som følge av strengere inneklimakrav. Det har også vært økt arealeffektivitet som har medført flere elever per kvadratmeter og derfor også økning i ventilasjonsluftmengder.

Hva gjelder varmegjenvinning i ventilasjon har det vært en betydelig andel batterigjenvinnere og kryssgjenvinnere som har dårligere virkningsgrad enn roterende varmegjenvinnere. På 90- og 2000-tallet var det også en periode hvor man gikk vekk fra roterende varmegjenvinner pga overdreven frykt for overføring av forurensninger fra avtrekksluft til tilluft. De senere årene er roterende varmegjenvinnere tatt i bruk igjen i skolebygg

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 vil fortsette.

I rehabiliteringsprosjekter er særlig potensialet og lønnsomheten stor ved forbedret varmegjenvinning og behovsstyring av ventilasjon. Høyeffektive roterende varmegjenvinnere kan ha virkningsgrad på over 85 %.

Skjerping av byggeforskriften (TEK) samt god lønnsomhet og potensial i forbedret varmegjenvinning og behovsstyring av ventilasjon i eksisterende bygg, tilsier at ventilasjonsvarme vil reduseres fremover. Stadig økt arealeffektivitet og dermed økte luftmengder samt trolig stadig noe lengre driftstider drar motsatt vei, men trolig ikke mer enn at energiposten vil reduseres.

### Varmtvann

Dette er en av de minste forbrukspostene i undervisningsbygg. I skoleanlegg med dusjer ifm. gymsal/idrettshall har det de siste 10-15 årene i stort omfang blitt gjennomført energieffektivisering i form av vannbesparende armaturer og trykknapp/tidsinnstilt behovsstyring. Vi ser det som lite sannsynlig med noen stor endring i varmtvannsforbruket i videre fremover. En evt. økende andel av varmpumpeinstallasjoner og solfangeranlegg vil kunne redusere behovet for levert energi til varmtvann. Men siden denne energiposten er liten, vil det gi mindre utslag enn forventet utvikling i andre energiposter. At denne posten ikke er ventet å endre seg nevneverdig, ble også bekreftet gjennom intervjuene.

### Ventilasjonsaggregater

Denne energiposten er i hovedsak vifteenergi, men også energi til styringsautomatikk og motor roterende varmegjenvinner.

Som for "ventilasjonsvarme" har historiske byggeforskrifter vist en trend til økning i ventilasjonsluftmengder som følge av strengere inneklimatekrav, samt økt arealeffektivitet som har medført flere elever per kvadratmeter og derfor også økning i ventilasjonsluftmengder.

Teknologiutvikling og utviklingen i byggeforskrifter (TEK) viser imidlertid også reduksjon i SFP (Specific Fan Power). Lavere SFP oppnås med energiriktig prosjektering og utførelse av aggregater og kanalnett, mer energieffektive motorer og vifter, samt med frekvensregulering og behovsstyring av ventilasjonsluftmengdene. Vi ser økt fokus på SFP i byggeprosjekter. For eksisterende bygg er som tidligere nevnt behovsstyring av ventilasjon et høyaktuelt tiltak i enøk- og rehabiliterings-prosjekter.

Skjerping av byggeforskriften (TEK), samt god lønnsomhet og potensial i forbedret SFP og behovsstyring av ventilasjon i eksisterende bygg, tilsier at energiposten vil reduseres fremover. Stadig økt arealeffektivitet og dermed økte luftmengder samt trolig stadig noe lengre driftstider drar motsatt vei, men trolig ikke mer enn at energiposten vil reduseres.

### Pumper

Dette er oftest den minste forbruksposten i undervisningsbygg og andre bygg. Lavere SPP (Specific Pump Power) oppnås med mer energiriktig prosjektering og utførelse av rørsystem, energieffektive motorer, samt med frekvensstyring av pumpehastighet i mengderegulerte vannsystemer. Utskifting til nye energieffektive pumper vil kunne gi en betydelig forbruksreduksjon i pumpeenergien. Siden denne energiposten er liten, vil det gi mindre utslag enn forventet utvikling i andre energiposter.

### Belysning

Belysning er en mellomstor energipost i undervisningsbygg. Teknologiutviklingen de siste 10-15 årene har medført langt mer effektive lyskilder (økt lysutbytte). Det har gitt stor reduksjon i energibruken uten at det har gått på bekostning av opplevd lysnivå. Ved modernisering, enøk og/eller behov for utskifting av lysanlegget dersom den tekniske levetiden er nådd, oppnås god energireduksjon. 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 det nevnes av intervjuobjektene som en viktig driver for redusert energibruk fremover. I byggeprosjekter/enøk med modernisering av lysanlegget i et bygg, ser vi et økt fokus på optimale lysstyringssystemer som

regulerer automatisk ift. tilstedeværelse og/eller dagslys. Mange nye lysarmaturer har slik automatikk integrert eller er forberedt for tilknytning.

Innstramming av byggeforskriften (TEK), samt stort potensial i utskifting til mer energieffektiv belysning og behovsstyring, tilsier at energiposten vil reduseres fremover. Trolig noe lengre driftstider drar motsatt vei, men ikke mer enn at energiposten vil reduseres.

### **Teknisk utstyr**

Dette er en mellomstor post i barnehager og skolebygg, og en noe større post i universitet/høgskolebygg. I barnehager er det i hovedsak hvitevarene som står for forbruket, og økt fokus på innkjøp av hvitevarer med godt energimerke vil kunne gi en liten reduksjon i denne energiposten fremover. I skolene er IKT på full fart inn (i videregående skoler er IKT etablert). Dette medfører et økende forbruk til selve driften av PC'ene og servere samt til dataromskjøling, og vil trolig nærme seg nivået i universitets- og høgskolebygg. Det forventes derfor at denne energiposten vil øke kraftig i tiden fremover. I universitets- og høgskolebygg er energiposten allerede betydelig som følge av IKT, og det forventes ingen store endringer fremover.

### **Komfortkjøling**

I barnehager og skolebygg er det ikke komfortkjøling. Det har foreløpig vært liten endring i dette. I barnehagene benyttes vinduslufting aktivt. Effektiv solskjerming holder oftest innetemperaturen på akseptabelt nivå, og i sommerferien hvor temperaturbelastningen er størst er skolene tomme. Det kan imidlertid forventes at økt bruk av IKT i skolene medfører et komfortkjølebehov, slik som tilfellet er for universitets- og høgskolebygg, og dermed en økning i denne energiposten i tiden fremover. I universitets- og høgskolebygg er det oftest komfortkjøling. Det likner da også mye på et kontorbygg, med mange kontorer og store internlaster. Det forventes ingen store endringer fremover.

## **6.3 Intervjuer**

I løpet av juni og august 2014 ble 8 ulike respondenter intervjuet. Respondentene ble valgt ut på bakgrunn om de hadde kunnskap barnehage- eller skoleplanlegging eller selve driften til undervisningsbygg. Både barnehage- og skoleplanleggere, samt energirådgivere i kommuner, fylkeskommuner og Statsbygg har blitt intervjuet.

Formålet med intervjuene var å identifisere trender og drivere for både arealutviklingen i undervisningsbygg og det spesifikke energiforbruket, både historisk og fremtidsrettet. Barnehage- og skoleplanleggere ble intervjuet med det formålet om å kartlegge trender innen utforming av barnehage- og skoleanlegg, mens de offentlige instansene mer kunne svare på energibruken i undervisningsbygg og deres miljøfokus.

Avsnittene under oppsummerer de viktigste funnene.

### 6.3.1 Overordnet om energibruk i undervisningsbygg

Den generelle oppfatningen blant respondentene er at den spesifikke energibruken har gått ned de siste årene, til tross for at det har kommet flere energidrivere som eksempelvis mer utstyr. Hovedårsaken til redueringen er økt fokus på energioppfølging i form av økt fokus på drift og innføring av SD-anlegg<sup>22</sup>. Det er også nevnt flere steder at oppføring av nyere bygg i porteføljen har ført til redusert spesifikt forbruk.

Spesielt har fokuset vært rettet mot å få redusert varmeforbruket, som også er den største formålsposten. Ved rehabiliteringer har fokuset vært på energieffektive løsninger, flere av undervisningsbyggene har fått LED-belysning og nye installasjoner. Flere av respondentene har igangsatt kompetanseheving blant vaktmestere og driftsledere med kurs og oppfølging. Effekten på kort sikt av slike tiltak har vist seg å være svært gode, men motivasjonen synker etter hvert som tiden går. Det poengteres derfor at slike tiltak må følges opp jevnlig slik at driftsfokuset holdes oppe. Flere av intervjuobjektene nevner at de har fastsatte mål om redusert energibruk og at det har gjort at reduksjonen har vært betydelig de siste 10-15 årene, men at det nå skal mer til for å få ned forbruket ytterligere fordi det allerede er så mange energieffektive løsninger som er innført.

Samtidig som det har vært redusert spesifikt forbruk er det flere som påpeker at det også er forbruksposter som har økt. Dette gjelder spesielt det elektriske forbruket. Det er stadig mer elektrisk utstyr som dyttes inn i byggene. Det er en økt bruk av mobiltelefoner, PCer og nettbrett som skal lades. Selv om flere av byggene har blitt behovsstyrt så er det også mange av byggene som bruker unødvendig strøm om natten.

### 6.3.2 Energifokus

Felles for alle respondentene er at det jobbes svært aktivt med energibruk i undervisningsbygg. Flere har konkrete mål det jobbes mot og settes strengere krav enn forskriftene. Likevel er det store variasjoner hva gjelder ambisjonsnivået. I flere store kommuner er det vedtatt at alle nye skoler som bygges skal være passivhus og/eller at barnehager skal ha en viss energistandard. Andre er tilfredse med at alltid gjeldene krav blir fulgt og går ikke så langt utover det. Noen har også egne kravspesifikasjoner i tillegg til gjeldene teknisk standard.

Som nevnt er det spesielt energiriklig drift som har vært fokus de siste årene. Det har vært økt fokus på å optimalisere driften gjennom å innføre SD-anlegg, kurse driftspersonale og energioppfølging av hvert enkelt undervisningsbygg. Flere og flere bygg har egen vaktmester som jobber tett med energioppfølging. At vaktmesteren har ansvar for ett bygg gjør at vedkommende får eierskap til bygget og driften av bygget, som gjør at fokuset på energibruken går ned. I tilfeller hvor det er brukeren av bygget som betaler strømrregningen er det enklere å få med brukeren på å dele regningen hva gjelder ulike energieffektiviseringstiltak. Hvor brukeren ikke ser strømrregningen er det vanskeligere for eieren å overbevise kunden om å redusere energibruken. Dersom elever/studenter eller de som jobber i barnehagen ønsker å ha en høy innetemperatur så får de det.

---

<sup>22</sup> SD-anlegg = Sentralt driftskrollanlegg. Datastyrt hovedsentral, og et antall undersentraler og lokalsentraler tilknyttet sensorer og reguleringsenheter i varmeanlegg, ventilasjonsanlegg, belysningsanlegg med mer. EOS = EnergiOppfølgingsSystem. System for registrering, rapportering, analyse og løpende oppfølging av energibruken. EOS kan være en integrert del av SD-anlegg, eller et frittstående system.

Enkelte kommuner har innført energibudsjett (kr/år). Hver skole får et energibudsjett å forholde seg til. Bruker skolen mindre enn budsjettet, får skolen igjen mellomlegget. Omvendt så går det ut over skolens andre budsjettposter. Slike energibudsjetter skal gi skolen insentiver til å drifte energieffektivt.

Ved rehabiliteringer blir det gjennomført lønnsomme enøk-tiltak. Et gjennomgående problem er at det er vanskelig å få gjennomført ikke-lønnsomme enøk-tiltak da det er stor kamp om vedlikeholdsmidlene. Det er derfor ofte mer krevende å få innført gode energieffektiviseringstiltak på hovedvedlikehold enn ved rehabiliteringer.

Når det gjelder fremtidig planer om energieffektivisering i porteføljen så svarer alle respondentene at de har konkrete planer eller målsettinger. Eksempler på slike er:

- Konkret målsetting om energiklasse ved nybygg og rehabilitering
- Konkrete målsettinger om besparelse på eiendomsmassen, enten oppgitt i prosent eller GWh
- Energimerking av porteføljen
- Innføring av EPC (energisparkontrakter)<sup>23</sup>

### 6.3.3 Drivere for energibruken i undervisningsbygg

Intervjuobjektene ble spurt om hvordan ulike faktorer har påvirket energibruken i undervisningsbygg de siste 5 til 20 årene. Det ble også spurt om å rangere driverne etter hvor mye de har påvirket energibruken.

Tabellen under gir en oppsummering av hvilke drivere som har hatt størst påvirkning på energibruken de siste årene. Driverne som er uthevet har respondentene nevnt som de aller viktigste driverne.

Tabell 20: Oppsummering av ytre drivere, tekniske drivere og komfortkrav som har gått redusert og økt energibruk de siste 5 til 20 årene. Driverne som er uthevet har respondentene nevnt som de viktigste

	<b>Ytre drivere</b>	<b>Teknisk drivere</b>	<b>Komfortkrav</b>
<b>Redusert energibruk</b>	<b>Forskriftskrav</b> <b>Rehabilitering</b> Fysisk utforming	<b>SD-anlegg</b> EOS <b>Behovsstyring</b> <b>Vinduer og isolasjonsstandard</b> Varmegjenvinning	
<b>Økt energibruk</b>	Befolkningsutvikling <b>Rett til barnehageplass</b> (gjelder barnehager) Økt bruk av utstyr/IKT <b>Åpningstider</b>	<b>PC-utstyr/datarom</b> Komfortkjølesystem	Krav til ventilasjon Krav til kjøling/innetemperatur

<sup>23</sup> EPC = Energy Performance Contracting, på norsk "energisparkontrakter". Innebærer at en energientreprenør står for gjennomføringen av avtalte energitiltak som et totalprosjekt. Energientreprenøren garanterer besparelsen og lønnsomheten i tiltakspakken, og dette reduserer både arbeid og risiko for byggeier.

De fleste av driverne var generiske for alle respondentene, men for barnehager ble innføringen om rett til barnehageplass nevnt som en viktig driver for arealutviklingen de siste 10 årene. Åpningstider ble nevnt blant alle respondenter som en viktig driver for økt energibruk. Flere og flere bygg er i bruk også på kveldstid. Byggene blir leid ut til andre formål som korps- og korøvinger, bursdager og kulturarrangementer. Dette er gjeldene for alle bygningskategoriene. Flere kommuner har lagt til rette via en webløsning for at barnehager kan leies ut til privatpersoner på kveldstid. Lengere åpningstid betyr lengre driftstid, som igjen påvirker energibruken negativt.

Av ytre drivere som har påvirket energibruken positivt så nevnes rehabiliteringer og forskriftskrav. Ved rehabiliteringer innføres gjerne SD-anlegg og mere behovsstyring av de tekniske anleggene som gjør at energibruken går ned. I tillegg blir byggene bedre isolert og tettere som har stor påvirkning på energibruken. Alle respondenter sier at det er stor spredning i spesifikt forbruk i deres portefølje. Det kan sprike fra nærmere 400 kWh/m<sup>2</sup>·år til under 100 kWh/m<sup>2</sup>·år. Den store spredningen begrunnes med byggets alder og ikke minst mangelen på behovsstyring. I flere bygg har det ikke blitt innført automatikk som fører til at ting står på hele døgnet.

Av tekniske drivere så er det nettopp innføring av SD-anlegg og behovsstyring som har ført til betydelige reduksjoner i energibruken. Også krav til isolasjonsstandard har ført til redusert energibruk. EOS nevnes også som driver for redusert energibruk. EOS nevnes som et verdifullt styringsverktøy for eier for å få bedre oversikt over energibruken, men at det brukes for lite av driftspersonell. Potensialet for EOS som energieffektiviserende tiltak er derfor mye større.

IKT blir stadig en større del av undervisningen, i tillegg blir mer og mer utstyr puttet inn i undervisningsbyggene. Dette har medført både dataromskjøling og et større komfortkjølebehov.

Når det gjelder komfortkrav så nevnes dette ikke som viktige drivere for endret energibruk. Det har ikke vært endrede forskriftskrav, men krav fra elever og studenter til innetemperatur har ført til økt energibruk.

### **6.3.4 Fremtidig utvikling i energibruk i undervisningsbygg**

Respondentene ble spurt om hva de tror om fremtiden. Hvilke drivere de tror vil påvirke energibruken mest, både i den positive og negative retningen. Alle de historiske driverne ble nevnt. Det forventes dermed en videreføring av mange av driverne.

Tabellen under viser en oversikt over hvilke drivere respondentene trakk frem. Også her er driverne som er uthevet trukket frem som de viktigste fremtidige driverne.

Tabell 21: Oppsummering av fremtidig utvikling av energibruk i undervisningsbygg. Driverne som er uthevet har respondentene nevnt som de viktigste

<b>Spørsmål</b>	<b>Svar</b>
<b>Hvordan tror du at energibruken i undervisningsbygg vil endre seg de neste 5-10 årene?</b>	Antageligvis vil spesifikt energibruk minke
<b>Hva mener du er de viktigste driverne for økt energibruk de neste 5-10 årene</b>	Strengere krav til inneklima, luftmengder og andre komfortkrav Økt varmebelastning som medfører behov for mer kjøling <b>Åpningstider, lengre driftstid</b> Dårlig/feil styring <b>Flere brukere per kvadratmeter</b>
<b>Hva mener du er de viktigste driverne for redusert energibruk de neste 5-10 årene?</b>	<b>Mere kontroll/behovsstyring</b> Belysning <b>Forskriftskrav/utforming av byggene</b> <b>Kompetanseheving blant driftspersonell</b> <b>Rehabilitering</b> <b>Målsettinger</b>

Det er en generell holdning blant respondentene at spesifikt energibruk vil fortsette å synke i årene som kommer. Hovedårsaken til den forventede nedgangen henger sammen med målsettinger om lavere energibruk som har blitt satt av eiere, i tillegg til at flere gamle undervisningsbygg forventes rehabilitert i årene som kommer. I forbindelse med rehabiliteringer blir ofte byggene bedre isolert, byggene får nye og mer energieffektive løsninger som kan føre til at flere forbruksposter reduseres.

I dag nevnes det som et problem at byggene i egen portefølje driftes svært ulikt. Likere og bedre behovsstyring i årene som kommer er forventet å gi en gevinst i forhold til redusert energibruk.

Flere har allerede innført LED som standard på nye undervisningsbygg og ved rehabiliteringer, mens andre har et stort potensiale i forhold til innføring av LED-belysning. Uavhengig av om de har begynt med LED eller ikke nevnes det som en viktig driver for redusert energibruk fremover.

En forventning om endrede forskriftskrav til passivhusstandard og plusshus gir også en forventning om at undervisningsbyggene vil bli bygget enda mer energieffektivt i årene som kommer. De tror likevel at det vil ta tid før statistikken viser nedgangen, da det tar flere driftsår før en nedgang i spesifikt forbruk blir synlig.

Økt behovsstyring blir likevel nevnt som den viktigste driveren til redusert energibruk. Flere av byggene har ikke SD-anlegg og det er mange av de gamle byggene hvor alt av systemer står på døgnet rundt. Byggene blir mer og mer tekniske, og kompetansen hos driftspersonell blir derfor viktigere for å holde energibruken nede.

Drift og antall timer bygget er i bruk henger tett sammen. Økt driftstid på grunn av utleie til idrettslag, foreninger og til andre fører til at byggene er mye lenger i drift enn dersom det bare skulle blitt brukt til primærformålet. Det er forventet at det fortsatt vil bli mer og mer av sambruk. Økt driftstid fører følgelig til økt energibruk.

Som nevnt tidligere er det nevnt at det er en tendens til at barnehager og skoler blir færre i antall, men større i størrelse, i tillegg blir de mere arealeffektive. Flere av respondentene merker at det også blir flere elever per kvadratmeter. Dette gjelder spesielt for skoler, universitet og høyskoler. Flere elever per kvadratmeter betyr bl.a. økt behov for ventilasjon. Med tiden er det også nevnt en forventning om mer kjøling i undervisningsbygg. I dag er det svært få undervisningsbygg som har kjøling. Det er likevel merket en tendens til høyere temperaturer, spesielt om våren og på høsten, som kan gi økt behov for kjøling. Flere elever per kvadratmeter kan også øke dette behovet ytterligere.

## 6.4 Oppsummering

Tabellen under oppsummerer driverne for utvikling av areal, både historisk og fremtidsrettet. De viktigste driverne for arealutviklingen er følgelig befolkningsutviklingen, som henger tett sammen med lov om barnehageplass og plikt og rett til skolegang i Norge. Norge har og opplever stadig en befolkningsøkning som fører til et økt behov for undervisningsbygg. Befolkningsprognosene fra statistisk sentralbyrå viser at tendensen er stigende selv om veksten er noe avtagende. Dermed er det også ventet et fortsatt økt behov for undervisningsbygg i årene som kommer.

Tabell 22: Driverne som påvirker utviklingen av areal

Driver	Historisk driver	Forventet driver	Forventet effekt på arealutviklingen	Viktighet
Befolkningsutvikling	Vekst	Vekst	Økning	Høy
Fysisk utforming av undervisningsbygg <sup>24</sup>	Vekst	Vekst	Usikkert	Middels
Lov om barnehageplass	Vekst	Vekst	Økning	Høy
Maksimalgrense for foreldrebetaling i barnehager	Uendret	Uendret	Uendret	Liten
Kontantstøtte	Uendret	Uendret	Uendret	Liten
Utdanningstilføyelighet	Vekst	Vekst	Økning	Middels

Tabellene under gir en oppsummering av driverne som påvirker spesifikt forbruk. De viktigste driverne for redusert energiforbruk er i følge intervjuobjektene økt driftsfokus, forskriftskrav og energieffektiv belysning (innføring av LED-belysning). Åpningstider er en ytre driver som vil påvirke energibruken negativt fordi byggene er stadig lenger i drift.

<sup>24</sup> Med dette menes klasseromsinndeling osv. Ikke selve bygningskroppen.



Tabell 23: Drivere som påvirker utviklingen i spesifikt energiforbruk, spesifikt for undervisningsbygg

Tema spesifikt for undervisningsbygg	Historisk utvikling	Historisk driver	Forventet utvikling	Fremtidig driver	Viktighet
IKT i skolen	Uendret	-	Økt forbruk	Mer IKT	Høy
Mat i barnehage og skole	Uendret	-	Økt forbruk	Økt matlaging, servering og oppbevaring	Liten
Åpningstider/driftstid	Økt forbruk	Lengre driftstid	Økt forbruk	Lengre driftstid	Høy
Studieretning i videregående skole	Økt forbruk	Mer yrkesfaglig	Redusert forbruk	Mer allmennfaglig	Liten

Tabell 24: Drivere som påvirker utviklingen i spesifikt energiforbruk, sammenfallende for andre bygningskategorier

Tema sammenfallende for andre bygn.kategorier	Historisk utvikling	Historisk driver	Forventet utvikling	Fremtidig driver	Viktighet
Forskriftskrav	Redusert forbruk	Strengere myndighetskrav	Redusert forbruk	Strengere myndighetskrav	Meget høy
Energimerkeordningen, BREEAM	Begrenset reduksjon	Økt miljøbevissthet	Redusert forbruk	Økt miljøbevissthet	Høy
Drift	Redusert forbruk	Økt energi- og driftsfokus	Redusert forbruk	Økt energi- og driftsfokus	Meget høy
Større bygg	Liten reduksjon	Byggetrend større bygg	Redusert forbruk	Det bygges stadig større	Høy
Energipriser	Begrenset reduksjon	Noe økning i energipris bedrer lønnsomheten i ENØK	Usikkert	-	Liten
Temperaturutvikling	Usikkert	-	Redusert forbruk	Lavere oppvarmingsbehov	Liten

Tabell 25: Drivere som påvirker de ulike energiposter

Energipost	Historisk utvikling	Historisk driver	Forventet utvikling	Fremtidig driver	Viktighet
Romoppvarming	Liten reduksjon	Byggeforskrifter, ENØK, endrede krav fra bruker om høyere romtemperatur	Redusert forbruk	Byggeforskrifter m/ bedre isolering og tettere bygg, enøk	Høy
Ventilasjonsvarme	Økt forbruk	Forskrifter og inneklimakrav, flere elever per kvadratmeter, frykt for roterende varmegjenvinnere, lengre driftstid	Utflating og mulig liten reduksjon	Byggeforskrifter m/krav til behovsstyring og varmegjenvinning, ENØK, teknologiutvikling, (noe flere elever per kvadratmeter og lengre driftstid virker motsatt men veier ikke opp for reduksj.)	Middels
Varmtvann	Liten reduksjon	Enøk	Uendret	-	Liten
Ventilasjons-aggregater	Økt forbruk	Forskrifter og inneklimakrav, flere elever per kvadratmeter, lengre driftstid	Utflating og mulig liten reduksjon	Byggeforskrifter m/krav til behovsstyring og SFP, ENØK, teknologiutvikling, (noe flere elever per kvadratmeter og lengre driftstid virker motsatt men veier ikke opp for reduksj.)	Middels
Pumper	Ingen/liten endring	-	Redusert forbruk	Enøk	Liten
Belysning	Redusert forbruk	ENØK, teknologiutvikling, (lengre driftstid har virket motsatt men ikke veiet opp for reduksjonen)	Redusert forbruk	Byggeforskrifter, enøk, teknologiutvikling (LED), (noe lengre driftstid virker motsatt men veier ikke opp for reduksj.)	Høy
Teknisk utstyr	Uendret for barnehage, økt forbruk for skole og univ/høgsk.	Mer utstyr i byggene, IKT	Økt forbruk	Mer utstyr i byggene, IKT og dataromskjøling	Høy
Klimakjøling	Uendret for barnehage og skole, økt for univ/høgsk.	For univ/høgskole: Strengere krav til inneklimate og komfort, større internlaste (IKT)	Økt forbruk for skole, uendret for barnehage og univ/høgsk.	For skole: Større internlaste (IKT)	Liten

## Litteraturliste

- [1] Xrgia *Hovedundersøkelse for elektrisitetsbruk i husholdningene*, Utarbeidet for NVE, 2011  
[http://www.nve.no/PageFiles/15092/Hovedrapport\\_Elbrukende\\_apparter.pdf](http://www.nve.no/PageFiles/15092/Hovedrapport_Elbrukende_apparter.pdf)
- [2] THEMA Consulting Group *Energibruk i kontorbygg - Trender og drivere*, NVE Rapport 9, 2013, ISBN 978-82-410-0876-4
- [3] Multiconsult AS, Analyse & Strategi og Entro *Analyse av energibruk i forretningsbygg – Formålsdeling, Trender og drivere*, NVE Rapport 1, 2014, ISBN 978-82-410-0947-1
- [4] Standard Norge Norsk Standard NS 3031:2014 Beregning av bygningers energiytelse. Metode og data
- [5] Standard Norge Norsk Standard NS 3457-3:2013 Klassifikasjon av byggverk - Del 3: Bygningstyper
- [6] Kartverket, Matrikkel og stedsnavnavdeling *Føringsinstruks for matrikkelen* Versjon 3.2, 2014  
<http://www.statkart.no/Documents/Matrikkel/veiledning/f-instruks/Foeringsinstruks-matrikkelen.pdf>
- [7] Abrahamsen A.S., Bergh M. og Fedoryshyn N. *Energibruk i bygninger for tjenesteytende virksomhet 2011*, SSB Rapport 62, 2013, ISBN 978-82-537-8829-6 (trykt)
- [8] NVE *Database fra energimerkesystemet*. Informasjon om energimerking er tilgjengelig på <http://www.energimerking.no/>
- [9] Enova *Enovas byggstatistikk 2011, 2012*, Rapporten kan nedlastes fra Enovas publikasjonssenter <http://www.enova.no/om-enova/publikasjonssenter/291/0/>
- [10] Entro *Database fra egen energioppfølgingsystem*. Informasjon om Entro på <http://www.entro.no>
- [11] Statsbygg Energirapport 2013, Energiforbruk i Statsbyggs bygninger, Revidert utgave april 2014
- [12] Sretenovic A. *Analysis of energy use at university campus* NTNU Master's thesis, september 2013, ISBN: 978-82-536-1340-6
- [13] Direktoratet for byggkvalitet Forskrift om tekniske krav til byggverk (Byggteknisk forskrift TEK 10)  
<http://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2010-03-26-489>
- [14] Statens bygningstekniske etat *Temaveiledning Energi, HO-1/2007*, ISSN 0802-9598
- [15] Standard Norge Norsk Standard NS 3940:2012 Areal- og volumberegninger av bygninger
- [16] NVE Veileder til forskrift om energivurdering av tekniske anlegg og energimerking av bygninger  
Veileder 5, 2012, ISBN 978-82-410-0876-4
- [17] NVE, Norconsult *Praktisk veileder for energimerking* Veileder 5, 2013, ISSN 1501-0678
- [18] Dokka T.H., Grini C. *Etterprøving av bygningers energibruk. Metodikk* SINTEF Byggforsk SINTEF Fag 6, 2013, ISBN: 978-82-536-1340-6
- [19] Enova, Multiconsult, Analyse & Strategi *Potensial- og barrierestudie, energieffektivisering i norske bygg*, 2012, ISBN 978-82-92502-55-6  
  
Enova, Multiconsult, Analyse & Strategi *Potensial- og barrierestudie, energieffektivisering i norske yrkesbygg, bakgrunnsrapport 2/3*, 2012:01.2
- [20] Flatheim G., Thomassen A. 90-årenes innemiljøkrav, Vår helse og vår trivsel i energivennlige bygninger  
Teknisk Presse AS, 1993, ISBN: 82-90327-13-7
- [21] Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap, *Historisk arkiv over plan- og bygningsloven med forskrifter* <http://oppslagsverket.dsb.no/content/arkiv/plan-bygg/>
- [22] Erichsen & Horgen *Forhold tilknyttet bruk av roterende gjenvinnere i skoler*, 2009  
[http://www.erichsen-horgen.no/resources/filer/publikasjoner/2009-RGV\\_i\\_skoler.pdf](http://www.erichsen-horgen.no/resources/filer/publikasjoner/2009-RGV_i_skoler.pdf)

- [23] Rundskriv F-08/2006, Lov 17. juni 2005 nr. 64 om barnehager (barnehageloven) med forskrifter og departementets merknader til bestemmelsene
- [24] Trondheim kommune, Funksjons- og arealprogram for kommunale barnehager i Trondheim, 2005
- [25] Senter for IKT i utdanningen, Monitor 2013 Om digital kompetanse og erfaring med bruk av IKT i skolen, 2013
- [26] Helsedirektoratet, Måltider, fysisk aktivitet og miljørettet helsevern i barnehager – En undersøkelse blant styrere og pedagogiske ledere, 2012, IS-0345

## Vedlegg A – Kategorisering av bygningstyper i NS 3457-3:2013

I NS 3457-3:2013 - *Klassifikasjon av byggverk - Del 3: Bygningstyper* [4] plasseres undervisningsbygninger under bygningshovedgruppe 6 Kultur- og forskningsbygning. Bygningshovedgruppe 6 inneholder bygningsgruppene 610 Skolebygning og 620 Universitet- og høyskolebygning. Disse bygningsgruppene deles i følgende bygningsundergrupper iht. til standarden:

### **610 Skolebygning**

Dette gjelder bygninger for barne- og ungdomsskoler og videregående skoler inkl. gymnastikksal, barnehager og lekeparker.

Bygningsgruppen skal deles i:

#### **611 Lekepark**

Lekepark: Sted for opphold for barn 1-5 år. Oftest 4-5 timers tilbud, men kan også være heldag. Ingen krav til pedagogisk innhold, og selve huset i lekeparkeren er ofte lite og dårlig utstyrt, nærmest som spiserom å betrakte. En lekepark er i stor grad basert på at barna skal være ute og leke.

#### **612 Barnehage**

Barnehage: Sted for opphold for barn 1 - 5 år. Kan være heldag og halvdag, og det er knyttet et visst pedagogisk innhold til oppholdet. Selve barnehagebygningen er ofte velutstyrt, med flere avdelinger, spiserom/hvilerom for de ansatte og kjøkken. Styrt av Barnehageloven

#### **613 Barneskole**

Skolebygning for skoleklassene 1-7, for barn i alderen 6-12 år.

#### **614 Ungdomsskole**

Skolebygning for skoleklassene 8-10, for barn i alderen 13-15 år.

#### **615 Kombinert barne- og ungdomsskole**

Skolebygning for skoleklassene 1-10, for barn i alderen 6-15 år.

#### **616 Videregående skole**

Skolebygning for skole etter grunnskolen. Allmennfaglig eller yrkesrettet. Ikke høyskole

#### **619 Annen skolebygning**

Andre skoler som ikke passer inn under ovennevnte kategorier, eller bygning som har nær tilknytning til/tjener slik(e) bygning(er).

### **620 Universitet- og høyskolebygning**

Dette gjelder bygninger for undervisning på universitets- og høyskolenivå (fakulteter, tekniske institutter), og som ikke omfattes av andre definerte bygningstyper.

Bygningsgruppen skal deles i:

#### **621 Universitets- og høyskolebygning med integrerte funksjoner, auditorium, lesesal mv.**

#### **622 Spesialbygning**

Spesialiserte bygninger knyttet til universitet og høyskole - egen lesesalsbygning, auditorium o.a, med kun en funksjon. Ikke laboratorium da dette har egen kode (623).

#### **623 Laboratoriebygning**

Bygninger for laboratorievirksomhet (f.eks. i industri, sykehus og ved universiteter).

#### **629 Annen universitets- og høyskolebygning**

Andre universitets- og høyskolebygninger som ikke passer inn under ovennevnte kategorier, eller bygning som har nær tilknytning til/tjener slik(e) bygning(er).

## Vedlegg B – Eksisterende nasjonale databaser brukt i kartleggingen av spesifikt energibruk i undervisningsbygg

Spesifikk energibruk er benevnelsen som brukes oftest når energieffektivitet til et bygg omtales. Det brukes i byggteknisk forskrift, i energimerking, i standard NS 3031, ved prosjektering av nye bygg og i benchmarking av eksisterende bygg. Vi startet prosjektet med å kartlegge tilgjengelig informasjon om spesifikk energibruk i undervisningsbygg i SSBs statistikk, NVEs database fra energimerkesystemet, Enovas byggstatistikk fra 2011, Entros database og Statsbyggs energirapport for 2013. Orientering om databasenes innhold og representativitet er gitt under.

De forskjellige kildene har omregnet/aggregert den målte energibruken på forskjellige måter for å komme frem til temperatuavhengig forbruk. Selv om korreksjonsmetodene varierer, anses tallene for sammenlignbare.

### I. SSB, energibruk i tjenesteytende næringer

SSB har utarbeidet statistikk for energibruk i bygninger for tjenesteytende virksomhet i 2008 og 2011 [7], med gruppering etter definerte bygningsgrupper i matrikkelen. Innhenting av opplysningene ble gjort i form av utsending av spørreskjema til grunneiendommens eier. Svarprosenten var 83 %. Litt over halvparten av svarene ble godkjent til bruk i statistikken.

Følgende bygg er av SSB tatt ut av statistikken:

- Bygg under 250 m<sup>2</sup>.
- Bygg som er oppvarmet i mindre enn 90 dager i løpet av året
- Bygg der rapportert spesifikk energibruk er lavere enn 50 kWh/m<sup>2</sup>-år
- Bygg der rapportert spesifikk energibruk er større enn 600 kWh/m<sup>2</sup>-år

Tabell B.1: Informasjon om SSBs utvalg

Kode	Type bygg	Antall bygg	Totalt oppvarmet areal (oppv. del av BRA) [m <sup>2</sup> ]	Minst spesifikk energibruk [kWh/m <sup>2</sup> -år]	Størst spesifikk energibruk [kWh/m <sup>2</sup> -år]	Arealvektet gjennomsnittlig målt spesifikk energibruk, snitt over 3 år [kWh/m <sup>2</sup> -år]
612	Barnehage	214	n.a.	95	534	204
61	Skolebygning	784*	3 641 680	63	587	186
62	Universitets- og høyskolebygning	109	1 485 880	121	573	261

\*Inkludert barnehager

For 2011 inneholder statistikken 214 barnehager, 784 skolebygninger (inkludert 214 barnehager) og 109 universitets- og høyskolebygninger. SSBs statistikk antas å være den meste representative statistikken blant all tallmaterialet brukt i dette prosjektet.

SSB viser temperatur- og stedskorrigert spesifikk energibruk. Ved temperaturkorreksjon av energibruk i undervisningsbygg er temperaturavhengig andel fastsatt lik 60 % av den totale energibruken.

## II. NVE, database fra energimerkesystemet

Energimerkeordningen ble innført 1. januar 2010. Ordningen er hjemlet i energiloven og administreres av NVE.

Yrkesbygg og nye boliger energimerkes av eksperter, dvs. fagfolk med bygningskompetanse. Eksperten registrerer energiattestene ved å innrapportere en del tekniske opplysninger om bygget inn i Energimerkesystemet (EMS). Energikarakterskala er definert for 13 forskjellige bygningskategorier, blant annet:

- Barnehager
- Skolebygg
- Universitets- og høyskolebygg

Beregnet levert energi som danner grunnlag for energiattest er basert på normaliserte data for varmtvann, lys, utstyr og klima. Tallene er følgelig ikke sammenlignbare med målt energibruk. Ved registrering av energiattest bør energibruk fra de siste tre år rapporteres inn, i den grad målinger finnes. For mange bygg er ikke målt forbruk kjent, og dermed ikke innrapportert.

NVE har stilt energiattestene for undervisningsbygg som var registrert per 01.04.2014 til disposisjon for dette prosjektet. Til sammen var det utstedt 3.006 energiattester for undervisningsbygg ved utgangen av mars 2014, hvorav 540 barnehagebygg, 2.126 skolebygg og 340 universitets- og høyskolebygg.

Følgende bygg har vi i dette prosjektet tatt ut av NVEs statistikk:

- Duplikater. For bygg som er energimerket flere ganger er kun en registrering (den nyeste) ivaretatt.
- Bygg med usannsynlig lav forbruk, dvs. der det utvilsomt var gjort en feil enten ved areal eller registrering av energiforbruk.
- Bygg der rapportert spesifikk energibruk er lavere enn 120 kWh/m<sup>2</sup> er trukket fra underlaget hvis bygget er oppført før 2006 og/eller energimerke er lavere enn B.
- Bygg der det totale energiforbruket ikke samsvarer med summen av energiforbruk registrert per energibærer.
- Bygg der bygningsnummer eller bolignummer er oppgitt med en beskrivende tekst som viser til annen virksomhet enn barnehage, skolebygg eller universitet / høyskolebygg. Eksempelvis: kontor, kontordel, kjeller og lager, garasje, restaurant, verksted.
- Bygg med usannsynlig høy forbruk. Alle bygg der rapportert spesifikk forbruk overstiger 600 kWh/m<sup>2</sup>.år er tatt ut av utvalget.

Ved gjennomgang av databasen ble det observert at rapportert energibruk i energiattestene ikke alltid er helt pålitelig. Flere energiattester mangler målt forbruk, i tillegg ble det oppdaget både trykkfeil og manglende omregninger til kWh. Databasen fra energimerkesystemet inneholder ikke informasjon om hvordan målt energibruk ble fremskaffet, om tallet er målt eller omregnet utfra en arealnøkkel eller lignende. Det har følgelig ikke vært mulig å bedømme datakvalitet i rapportert forbruk.

Det renskede datasett består av 1.348 bygg, dvs. ca. 45 % av energiattestene utstedt for undervisningsbygg. Datasettet består av:

- 284 barnehager
- 876 skoler
- 188 universitet og skolebygg

Tabell B.2: Informasjon om NVEs utvalg

Type bygg	Antall bygg	Totalt oppvarmet areal (oppv. del av BRA) [m <sup>2</sup> ]	Arealvektet gjennomsnittlig temp- og steds CORR. spesifikk energibruk [kWh/m <sup>2</sup> ·år]	Arealvektet gjennomsnittlig målt spesifikk energibruk i 2011 [kWh/m <sup>2</sup> ·år]
Barnehage	284	180 040	183	175
Skolebygning	876	2 895 748	167	162
Universitets- og høyskolebygning	188	1 485 880	244	233

Utvalget som inngår i databasen fra energimerkesystemet antas å være representativ for alle undervisningsbygg i Norge. Dette kommer av at alle yrkesbygg over 1.000 m<sup>2</sup> må energimerkes, uavhengig av eierens interesse for energieffektivisering.

Forbrukstallene hentet fra NVEs statistikk viser gjennomsnittlig forbruk over en periode på 3 år.

### III. Enovas byggstatistikk

Byggeiere som får støtte fra Enova rapporterer årlig energibruk og en rekke andre data som kan benyttes til å belyse energibruken i bygningene. Blant informasjonen som rapporteres inn, er generelle data om bygningene, tekniske installasjoner, brukstider, etc. Enovas byggstatistikk [9] bygger på disse årlige rapportene.

Enovas byggstatistikk het tidligere Bygningsnettverkets energistatistikk og ble første gang publisert i 1998 – på bakgrunn av innrapporterte data for 1997. Den gang lå dette arbeidet under NVE. Fra 1.januar 2002 ble ansvaret for Bygningsnettverkets energistatistikk overført til Enova. Rapporteringen skjer elektronisk gjennom Enovas Byggnett. [9]

Enovas byggstatistikk for 2011 inneholder 155 barnehager, 773 skolebygninger (inkludert 155 barnehager) og 46 universitets- og høyskolebygninger. Se utdrag fra statistikken i tabell B.3.

Enovas byggstatistikk inneholder bygg som har gjennomgått energieffektiviserende tiltak. Statistikken baserer seg på et ikke tilfeldig trukket utvalg. Statistikken er ikke like representativ for norske undervisningsbygg som tallene fra SSB og NVE.

Enova viser temperatur- og stedskorrigert spesifikk energibruk.



Tabell B.3: Informasjon om Enovas utvalg

Kode	Type bygg	Antall bygg	Totalt oppvarmet areal (oppv. del av BRA) [m <sup>2</sup> ]	Gjennomsnittlig temperatur og stedskorrigert spesifikk energibruk [kWh/m <sup>2</sup> ·år]	Arealvektet gjennomsnittlig temp- og stedskorrigert spesifikk energibruk [kWh/m <sup>2</sup> ·år]	Arealvektet gjennomsnittlig målt spesifikk energibruk i 2011 [kWh/m <sup>2</sup> ·år]
612	Barnehage	155	96 075	210	203	187
61	Skolebygning	773*	3 187 120	178	168	159
62	Universitets- og høyskolebygning	46	537 411	251	257	248

\*Inkludert barnehager

#### IV. Entros database

Entro er et rådgiverfirma med fokus på energi- og miljøoppfølging i eksisterende bygninger. Entro er det eneste rådgiverfirma i Norge med egen utviklet database for energi- og miljøoppfølging: EOS-loggen. Per 29.08.2013 omfattet databasen 6.345 bygg med et samlet areal på 24.419.276 m<sup>2</sup>.

Entro opererer med bygningsgruppeinndeling fra Matrikkelen. Databasen inneholder 1.104 bygg under bygningsgruppe 32 Undervisningsbygg. Alle bygg med manglende data (en dag eller en uke med manglende forbruksdata) er tatt ut av utvalget. Bygg der energileveransen kom fra en felles energisentrale og fordelingsnøkkel var uklart er også tatt ut. Eventuelle feilavlesninger i forbindelse med målerbytte eller måler som har gått rundt ble dessuten rettet opp før beregning av snittet. Det er ukjent om tilsvarende kvalitetssikring gjøres ved store rapporteringer til SSB eller Enova. Utvalget som danner grunnlaget for tallene presentert i denne rapporten inneholder 894 bygg med et samlet areal på 3.224.733 m<sup>2</sup>.

Tabell B.4: Informasjon om Entros utvalg

Kode	Type bygg	Antall bygg	Totalt oppvarmet areal [m <sup>2</sup> ]	Minst spesifikk energibruk [kWh/m <sup>2</sup> ·år]	Størst spesifikk energibruk [kWh/m <sup>2</sup> ·år]	Arealvektet gjennomsnittlig målt spesifikk energibruk, snitt over 3 år [kWh/m <sup>2</sup> ·år]
612	Barnehage	332	194 905	79	368	190
61	Skolebygning	537	2 793 646	77	393	163
62	Universitets- og høyskolebygning	25	236 182	125	265	182

Entros database inneholder bygg der eieren er oppmerksom på energikostnadene knyttet til bygningsmassen, og ønsker en oppfølging av energibruken. Ikke alle bygg har gjennomgått energieffektiviserende tiltak. Men de fleste har dedikert personal som følger utvikling av energibruken. Eventuelt avvik i forhold til «normalen» blir fort oppdaget og rettet opp. Entros database gjenspeiler ikke nødvendigvis energitilstand i norske bygg.

Forbrukstillene hentet fra Entros database viser gjennomsnittlig forbruk over en periode på 3 år.

## V. Statsbyggs energirapport for 2013

Statsbygg publiserer hvert år en energirapport for sine forvaltningseiendommer. Rapporten er inndelt i bygningskategorier. Alle undervisningsbygg inngår i Statsbygg energirapport, dvs. 1 barnehage, 3 skoler og 49 universitets- og høyskolebygg. Bygningskategorien universitets- og høyskolebygg har det mest relevante utvalget for dette prosjektet.

Tabell B.5: Informasjon om Statsbyggs utvalg

Type bygg	Antall bygg	Totalt oppvarmet areal [m <sup>2</sup> ]	Arealvektet gjennomsnittlig temp.korr. spesifikk energibruk [kWh/m <sup>2</sup> ·år]	Arealvektet gjennomsnittlig målt spesifikk energibruk i 2013 [kWh/m <sup>2</sup> ·år]
Barnehage	1	574	178	172
Skolebygning	3	12 410	212	202
Universitets- og høyskolebygning	49	840 715	200	192

332 av Statsbyggs forvaltningseiendommer er med i selve energirapporten. Av disse er 240 tatt med i det statistiske grunnlaget. Eiendommer som ikke er medtatt i statistikken har manglende opplysninger, åpenbare feilregistreringer eller unormal energiforbruk pga. spesiell produksjonsrelatert virksomhet.

Forbrukstallene hentet fra Statsbyggs energirapport viser temperaturkorrigert spesifikk energibruk. Ved temperaturkorreksjon av energibruk er temperaturavhengig andel fastsatt lik 50 % av den totale energibruken.

## VI. NTNU

I 2013 skrev Aleksandra Sretenovic en hovedoppgave om analyse av energibruk ved NTNU [12].

Opgaven inneholder årlig energiforbruk for hele NTNU campus for en periode på 5 år (2008-2012). Denne informasjon er gjenbrukt her. Energibruken ble stedskorrigert til Oslo-klima ved bruk av normal graddager for de meteorologiske stasjonene Oslo Blindern og Trondheim Voll.

## Vedlegg C – Utdypende informasjon om areal i undervisningsbygg

### I. Potensial- og barrierestudien

Tabellen under er hentet fra Potensial- og barrierestudien og viser en oversikt over arealestimater for henholdsvis barnehage, skolebygg og universitets- og høyskolebygg.

Tabell C.1: Arealestimater BRA fra Potensial- og barrierestudien (2012)

Årsklasser	Aktuell TEK	Barnehage*	Skole*	Universitet/høgskole*
2007-2010	TEK'07	66 472 (5 %)	493 397 (3 %)	73 678 (3 %)
1997-2006	TEK'97	218 507 (17 %)	1 568 525 (11 %)	228 588 (9 %)
1987-1996	TEK'87	237 483 (18 %)	1 541 685 (11 %)	283 599 (11 %)
1969-1986	TEK'69	495 410 (38 %)	4 533 828 (32 %)	1 013 218 (41 %)
1949-1968	TEK'49	126 124 (9 %)	4 485 472 (32 %)	652 386 (26 %)
-1949	Eldre	131 241 (10 %)	1 261 755 (9 %)	188 772 (7 %)
<b>Totalt areal 2010</b>		<b>1 275 238</b>	<b>13 884 665</b>	<b>2 440 243</b>

\* I m<sup>2</sup> og fordeling i årsklasser i parentes. Skolebygning er her slått sammen av grunnskole og videregående skole.

Tabellen viser at skolebygninger omfatter nesten 80 prosent av det totale arealet av undervisningsbygg (nesten 14 mill. m<sup>2</sup>), mens universiteter og høyskoler (2,4 mill m<sup>2</sup>) og barnehager (1,3 mill. m<sup>2</sup>) utgjør relativt lite av arealet. Videre ser vi at mye av eksisterende bygningsmasse er bygget mellom 1969 og 1986. Henholdsvis 38, 32 og 41 prosent av bygningene innen barnehage, skolebygning og universitet/høgskole er fra denne perioden. Generelt er mindre enn 20 prosent av bygningsmassen satt opp i senere år (etter 1997).

### II. Areal i barnehager

#### Estimat på bruttoareal i barnehager

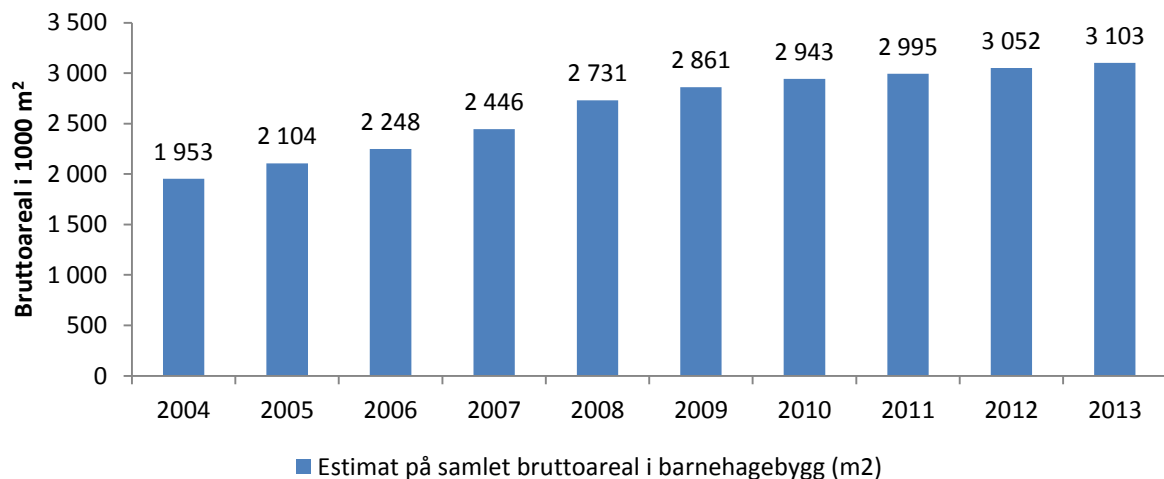
SSB har lite konkret informasjon om det totale arealet av barnehagebygg i Norge. For å kunne komme frem til et totaltall for areal i barnehager har vi derfor laget et estimat basert på dataene vi har for bruttoareal og tallene for leke- og oppholdsareal. Vi har benyttet forholdstallet mellom det registrerte bruttoarealet og leke- og oppholdsarealet registrert for å komme frem til estimatet. Vi har bruttoarealet kun for kommunale barnehager og kan følgelig bare regne ut forholdstallet for disse. I tabellen nedenfor har vi satt opp forholdstallene for de årene vi har data på bruttoareal i kommunale barnehager.

Tabell C.2: Forholdstall mellom bruttoareal og leke- og oppholdsareal i 2008-2011. Kilde: Egen beregning basert på data fra SSB.

	2008	2009	2010	2011
<b>Areal barnehagelokaler i 1000 m<sup>2</sup></b>	1417	1614	1627	1692
<b>Leke- og oppholdsareal i kommunale barnehager i 1000 m<sup>2</sup></b>	757	789	807	819
<b>Forholdstall</b>	0,53	0,49	0,50	0,48

Tabellen viser at det registrerte leke- og oppholdsarealet i kommunale barnehager er omtrent 50 prosent av bruttoarealet som er registrert for private- og kommunale barnehager totalt. Dersom man

bruker denne informasjonen sammen med den tidsserien vi har for leke- og oppholdsareal kan man komme frem til et estimat på totalt areal i barnehagebygg i Norge.<sup>25</sup> Estimater er at det var omtrent 2 millioner m<sup>2</sup> barnehagebygg i 2004, og at dette hadde økt til 3,1 millioner i 2013.<sup>26</sup> Dette tilsvarer en vekst på nesten 59 prosent.



Figur C.1: Estimert bruttoareal i barnehagebygg i perioden 2004 til 2013. Kilde: Egen beregning basert på data fra SSB.

Vårt estimat på bruttoareal i barnehager er basert på bruk av en nøkkel for å komme seg fra leke- og oppholdsareal og vil være tilknyttet betydelig usikkerhet.

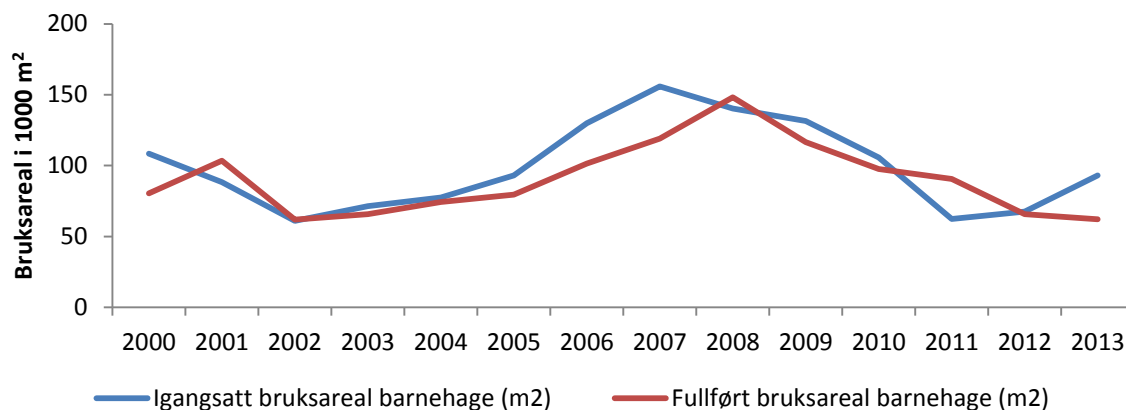
### Igangsatt og fullført areal - barnehager

I figuren nedenfor har vi satt opp bruksareal (BRA) igangsatt og fullført av barnehagebygg i perioden mellom 2000 og 2013. Statistikken omfatter ikke ombygninger av eksisterende bygninger. Den blå linjen viser igangsatt areal i barnehager, mens den røde linjen viser fullført areal. Man kan forvente at det er en faseforskyvning mellom de to kurvene som er tilnærmet lik en gjennomsnittlig byggetid. Dette kan vi se spesielt ved differansen mellom toppene for igangsatt i 2006-2007 og motsvarende topp for fullført i 2008. Denne statistikken er imidlertid vanskelig å tolke siden det bare finnes endringstall og ikke noe totaltall for arealet i barnehager. Fullført bruksareal i barnehager var i perioden 2004-2013 på omtrent 955 000 m<sup>2</sup> basert på denne statistikken. Dersom vi bruker tommelfingerregelen at BTA er lik 1,03\*BRA<sup>27</sup> får vi at dette tilsvarer 984 000 m<sup>2</sup> bruttoareal. Til sammenligning viser vårt estimat at bruttoarealet (se forrige avsnitt) i barnehager økte med 1,15 millioner m<sup>2</sup> i den samme perioden (2004-2013). Forskjellen mellom dataene for fullført areal og vårt estimat er på ca. 17 prosent. I tillegg har vi ikke med riverate som vil ytterligere redusere totalt areal isolert sett.

<sup>25</sup> Vi har kun multiplisert dataene for leke- og oppholdsareal med to. Vi har antatt at forholdstallet mellom BTA og leke- og oppholdsareal har vært konstant i alle årene som en tilnærming. Videre har vi også antatt at forholdstallet mellom BTA og leke- og oppholdsareal er det samme for private barnehager som for kommunale.

<sup>26</sup> Vi ønsker å gjøre oppmerksom på at dette trolig kun gjelder matrikkelens bygningsundergruppe 612. Vi har ikke lyktes med å få klarlagt om undergruppe 611 også er med i de registrerte tallene hos SSB.

<sup>27</sup> Prosentstakt (3 prosent) hentet fra «Potensial- og barrierestudie – Norske Næringsbygg», og er brukt som en tilnærming.



Figur C.2: Igangsatt og fullført bruksareal i barnehager i perioden 2000-2013. Kilde: SSB. Byggeareal. Gjelder både bygningsundergruppe 611 og 612.

### III. Areal i skoler

#### Ikke-kommunale skoler og skolebygg

Arealstatistikken presentert ovenfor gjelder kun for kommunale førskoler og skoler. Det finnes også skoler som har andre eierstrukturer i Norge som også vil representere areal i skolebygg på nasjonalt nivå. Vi har imidlertid ikke lyktes med å finne informasjon om areal i skoler som ikke er kommunale. I tabellen under er antallet skoler i 2013 og deres eieform vist.

Tabell C.3 Antall grunnskoler fordelt på eieform i 2013. Kilde: SSB.

Eieform	Antall	Prosentandel
Kommunal	2693	92,6 %
Interkommunale	4	0,1 %
Fylkeskommunale	11	0,4 %
Statlige	4	0,1 %
Privat	186	6,4 %
Private uten tilskudd <sup>28</sup>	9	0,3 %
<b>Totalt</b>	<b>2907</b>	<b>100 %</b>

De kommunale grunnskolene utgjør 92,6 prosent av det totale antallet grunnskoler i Norge, mens private grunnskoler utgjør 6,7 prosent. Interkommunale-, fylkeskommunale- og statlige grunnskoler utgjør til sammen 0,6 prosent. Dersom man bruker data for areal i kommunale førskoler og skoler som en tilnærming til totalt skoleareal i Norge vil man underestimere det totale arealet siden de private grunnskolene ikke er medregnet. Vi mener imidlertid at denne feilkilden er akseptabel.

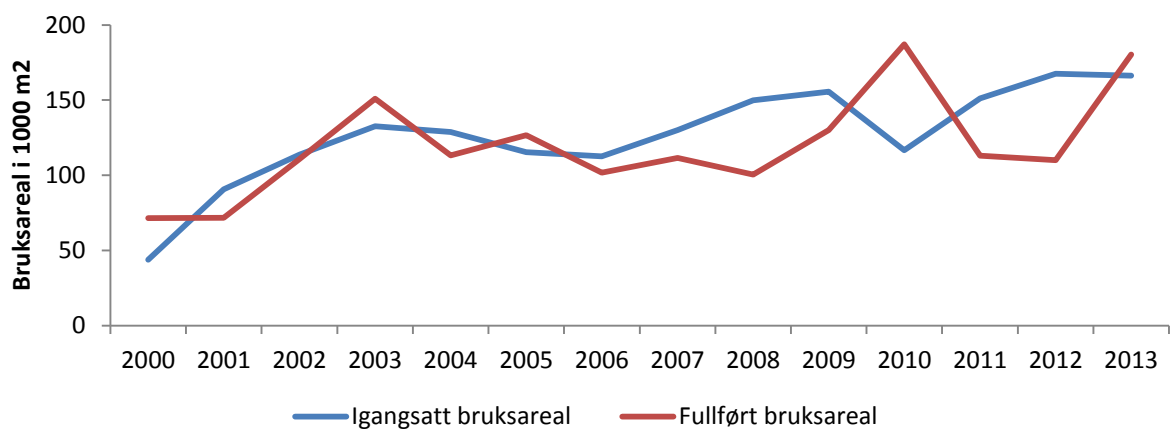
Spørsmålet om hvorvidt private skoler er mindre eller større i areal enn kommunale skoler finnes det ikke data for å understøtte. En hypotese kan være at de private er mindre enn de kommunale.

<sup>28</sup> Årsaken til at private skoler og private skoler uten tilskudd er skilt skyldes hvordan statistikken er organisert hos SSB. Private skoler med statstilskudd er godkjent med hjemmel i Privatskoleloven og er derfor underlagt de krav og bestemmelser som er stilt dem i denne loven. Eksempler på slike skoler er Montessori- og Steinerskoler. Private skoler uten statstilskudd er skoler som er godkjent etter Opplæringslovens § 2-12 – eksempelvis internasjonale skoler. Her kan det kreves skolepenger samtidig som elevene ikke har de samme rettigheter som ved de private skolene med statstilskudd.

Bakgrunnen for hypotesen er antagelsen om at det er færre elever som går på private skoler og at arealbehovet følgelig er mindre. Denne påstanden er det imidlertid ikke mulig å verifisere.

### Igangsatt og fullført areal – skoler

I figuren nedenfor har vi satt opp bruksareal (BRA) igangsatt og fullført av skolebygg i perioden mellom 2000 og 2013. Statistikken omfatter ikke ombygging av eksisterende bygninger. Den blå linjen illustrerer igangsatt areal registrert dette året, mens den røde linjen viser fullført areal, slik som i figuren for barnehager. Summen areal som er fullført i perioden fra år 2008 til 2013 er 821 000 m<sup>2</sup>. Vi har gjort en sammenligning av arealet som er registrert som fullført med veksten i areal fra arealstatistikken for kommunale skoler. Det viser seg at tallet for fullført areal (målt i BTA) er langt høyere enn tallene fra arealstatistikken. Dette skyldes nok at noe av den eksisterende bygningsmassen av skolebygg er utdatert og «byttes ut» samtidig som nye bygg settes opp som erstatning.



Figur C.3: Igangsatt og fullført bruksareal i grunnskoler i perioden 2000-2013. Kilde: SSB. Byggeareal. Gjelder både bygningsundergruppe 613, 614 og 615.

## IV. Areal i videregående skoler

### Ikke-kommunale skoler og skolebygg

I 2013 var det 443 registrerte videregående skoler<sup>29</sup>. Av disse var 78 prosent fylkeskommunale. Kommunale og statlige videregående skoler utgjør få skoler og representerer dermed en feilkilde i arealstatistikken. I 2013 var det imidlertid 76 private videregående skoler som utgjør 17 prosent av det totale antallet videregående skoler. I og med at andelen private skoler utgjør en stor andel av det totale antallet videregående skolene i Norge, er det høyst sannsynlig at det totale arealet er en del høyere enn det SSBs statistikk viser. Etter vår kjennskap finnes det ikke data for arealet på de private videregående skolene og det er følgelig vanskelig å anslå hvor feilkilden er.

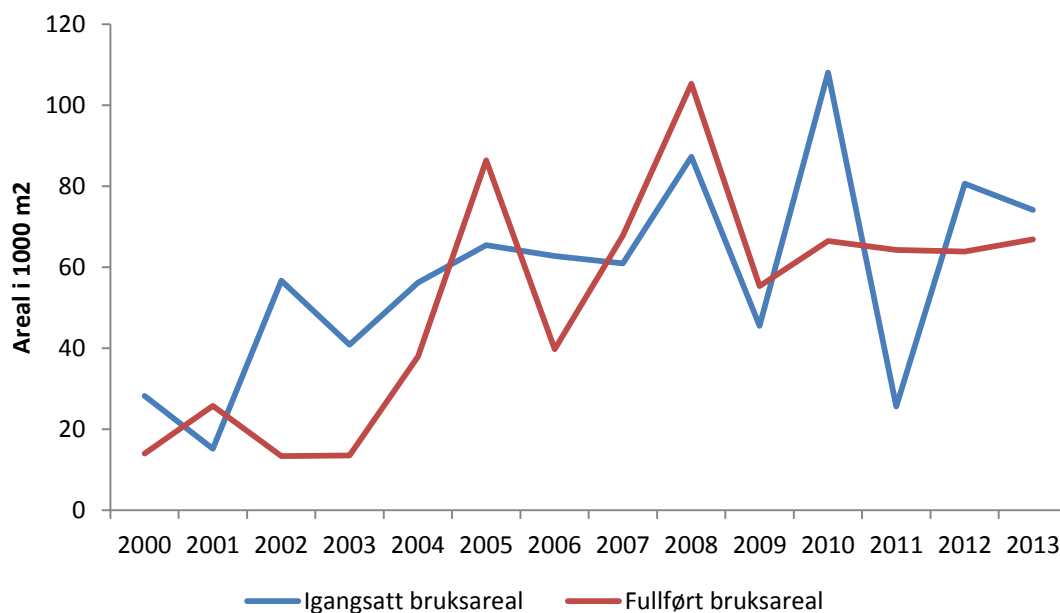
<sup>29</sup> Enhetene i skolepubliseringen defineres ut fra organisasjonsnummeret i Enhetsregisteret. Som 'videregående skole' regnes her skoler som per 01.10. har elever i videregående opplæring, for fylkeskommunale skoler inkluderes også studenter i fagskoleutdanning (og inngår også i totaltallet). SSBs kilde er VIGO og enhetsregisteret. For skoler som har 10 elever eller mindre, er statistikken nullt av personvern hensyn. Summen av antall skoler kan derfor være litt lavere enn faktisk siden dette er tatt ut av summen vi presenterer.

Tabell C.4: Antall videregående skoler fordelt på eieform i 2013. Kilde: SSB. Videregående opplæring – skoler.

Eieform	Antall	Prosentandel
Fylkeskommunale	344	78 %
Private	76	17 %
Kommunale	4	1 %
Statlige	3	1 %
Annet	16	4 %
<b>Total</b>	<b>443</b>	<b>100 %</b>

### Igangsatt og fullført areal – videregående skoler

Bruksareal (BRA) for igangsatt og fullført areal definert som videregående skole i perioden mellom 2000 og 2013 er vist i figuren under. Den blå linjen viser igangsatt areal, mens den røde linjen viser fullført areal. Summen areal som er fullført i perioden fra for eksempel år 2008 til 2013 er 422 000 m<sup>2</sup>.

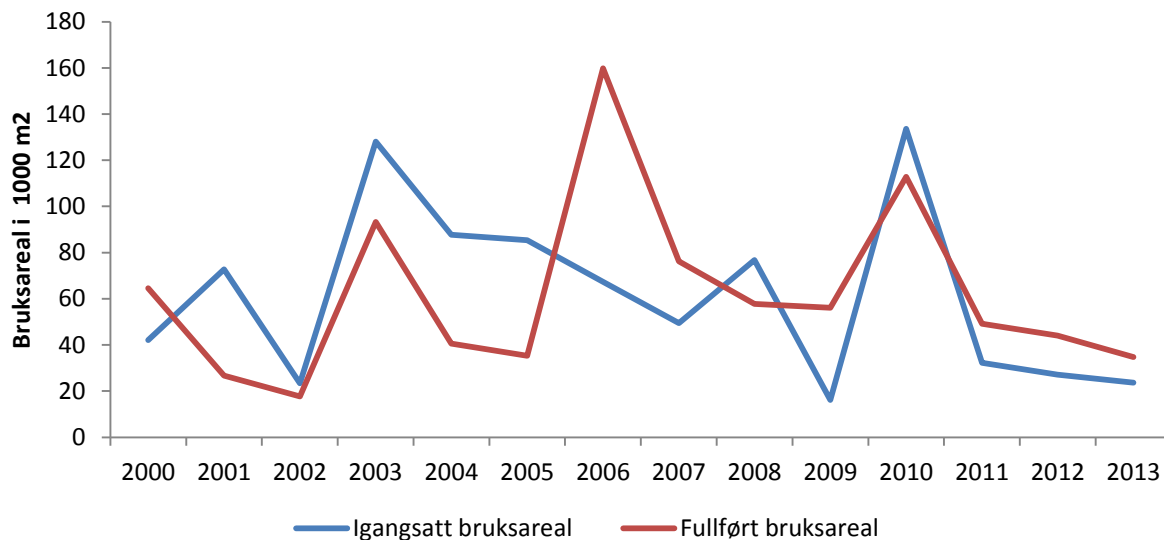


Figur C.4: Igangsatt og fullført bruksareal i videregående skoler i perioden 2000-2013. Kilde: SSB. Byggeareal. Gjelder både bygningsundergruppe 616. Statistikken omfatter ikke ombygninger av eksisterende bygninger.

## V. Areal i universitet og høyskole

### Igangsatt og fullført areal – universiteter og høyskoler

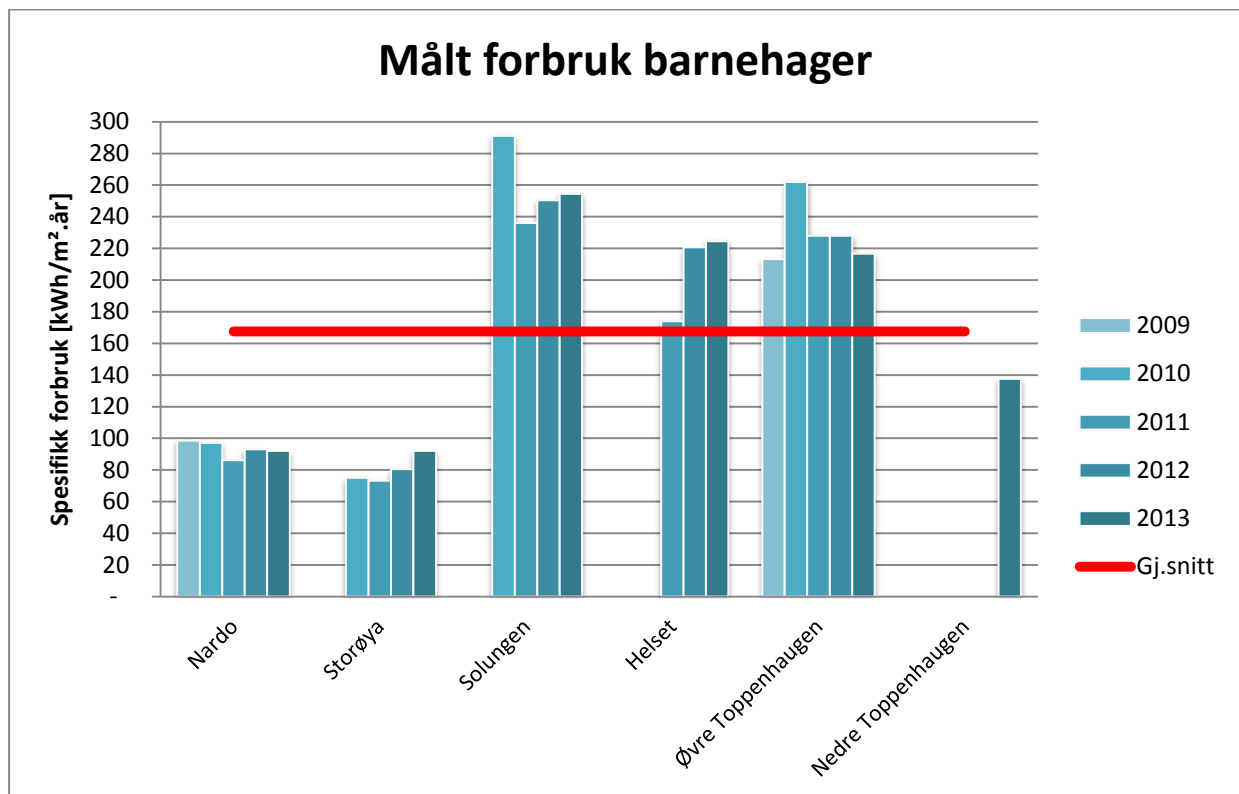
I perioden 2000 og 2013 ble det fullført i overkant av 850 000 m<sup>2</sup> innen kategorien universitet- og høyskoler. Gjennomsnittlig ble det fullført litt over 60 000 m<sup>2</sup> per år.



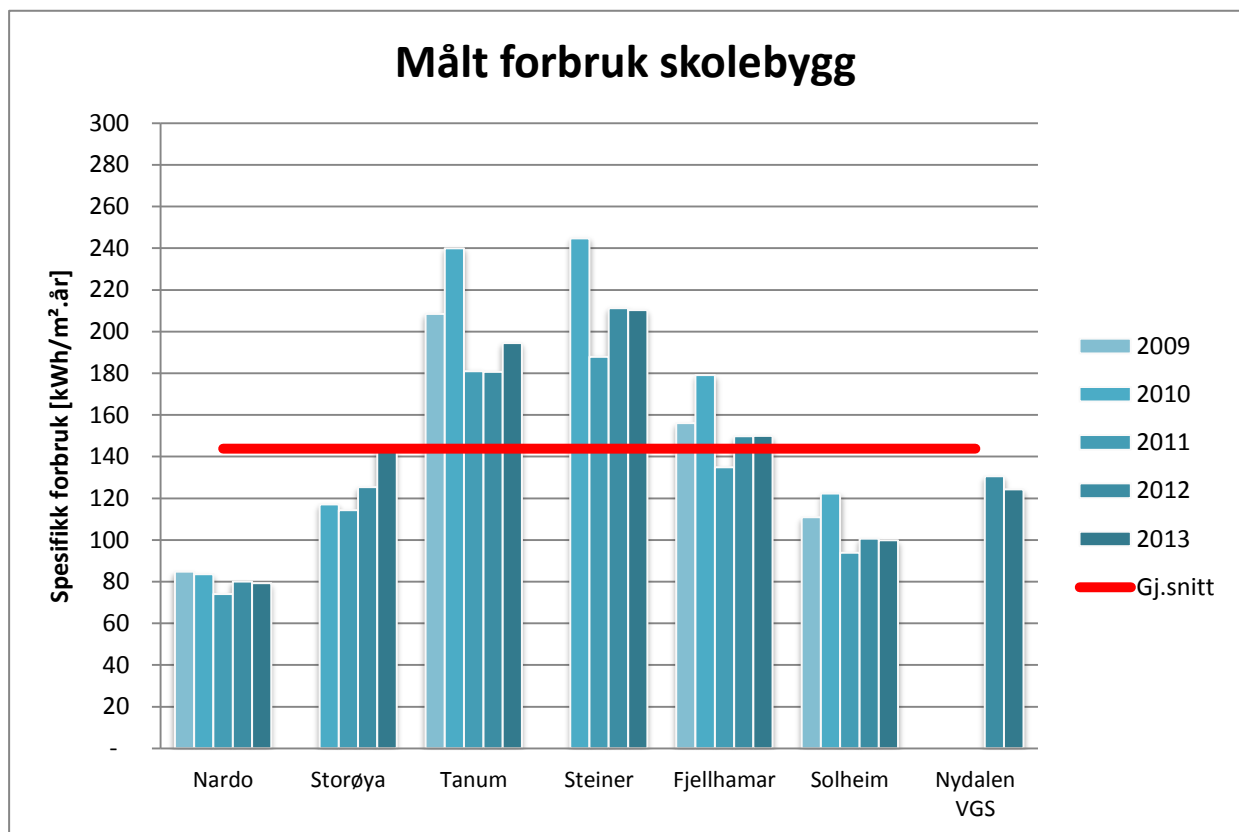
Figur C.5: Igangsatt og fullført bruksareal i universiteter og høyskoler i perioden 2000-2013. Kilde: SSB. Byggeareal. Gjelder både bygningsundergruppe 621, 623 og 629. Statistikken omfatter ikke ombygninger av eksisterende bygninger.



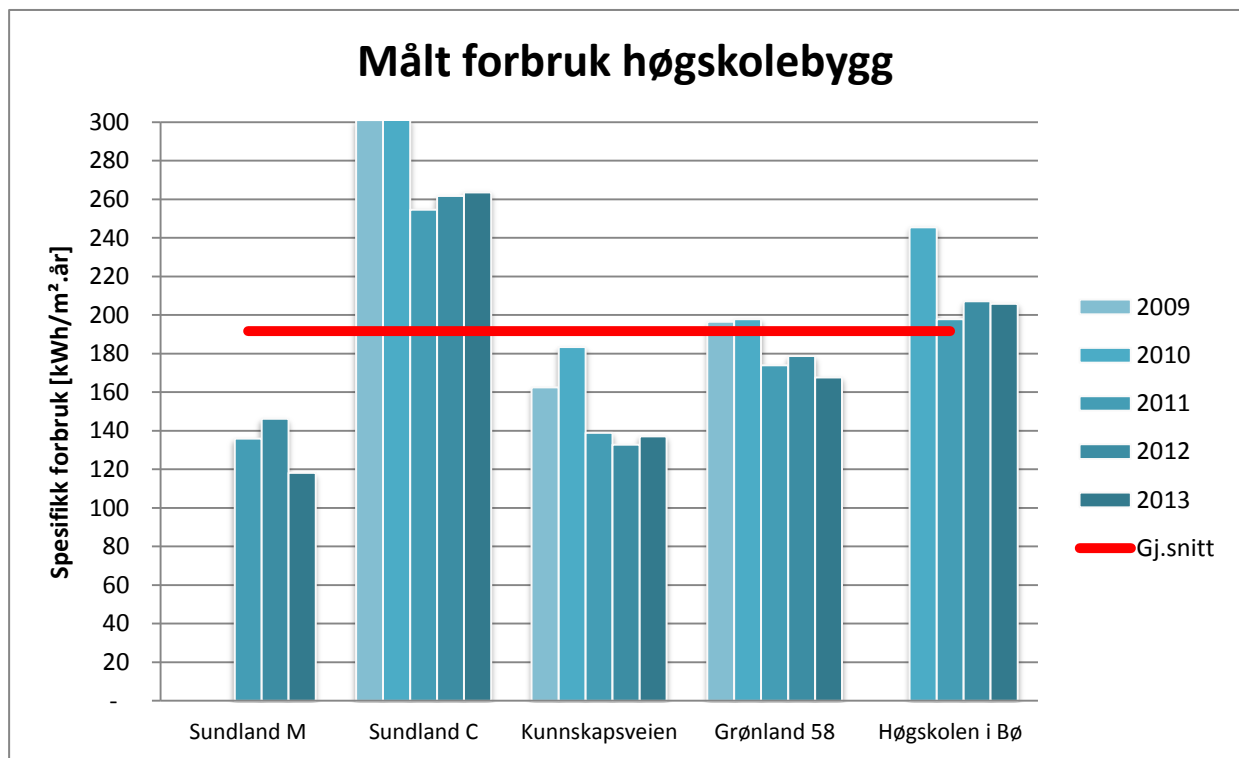
Vedlegg D – Målt spesifikk forbruk



Figur D.1: Målt spesifikk energibruk i perioden 2009-2013 for 6 barnehager. Kilde: Entro



Figur D.2: Målt spesifikk energibruk i perioden 2009-2013 for 7 skolebygg. Kilde: Entro



Figur D.3: Målt spesifikk energibruk i perioden 2009-2013 for 5 høgskolebygg. Kilde: Entro

## Vedlegg E – Formålsdeling av energibruken

Målet med prosjektet har vært å kartlegge energibruk fordelt på formål; romoppvarming, ventilasjon, tappevann, belysning osv. Dette er gjort ved å analysere faktiske målte energibruksdata for et begrenset antall undervisningsbygg.

NVE ønsket en formålsdeling av energibruk som samsvarer med inndelingen definert i NS 3031 [4]. Det må presiseres at NS 3031 inneholder 2 inndelinger. Den ene, vist i tabell E.1, er tenkt i forhold til hva energien brukes til (netto energibudsjett). Den andre, vist i tabell E.2, inneholder energibærere som fører energien frem til bygget (energibudsjett for levert energi til bygninger). Sistnevnte er et oppsett som kan være til hjelp i formålsdelingen da noen energiposter kan være direkte knyttet til en energivare eller energimåler, eksempelvis en el.kjel som leverer energi til rom- og ventilasjonsvarme.

Tabell E.1: Netto energibudsjett beskrevet i NS 3031:2014

Energipost	Energibehov [kWh/år]	Spesifikt energibehov [kWh/(m <sup>2</sup> ·år)]
1a Romoppvarming		
1b Ventilasjonsvarme		
2 Varmtvann		
3a Vifter		
3b Pumper		
4 Belysning		
5 Teknisk utstyr		
6a Romkjøling		
6b Ventilasjonskjøling		
Totalt netto energibehov, sum 1 – 6		
Utendørs <sup>a</sup>		
<sup>a</sup> I tilfeller der utendørs energibehov for oppvarming/snøsmelting, utstyr, belysning eller lignende utgjør en betydelig del av bygningens energibruk, skal dette angis som en egen energipost under selve energibudsjettet. Men energibehov for dette skal ikke regnes inn i summen for totalt netto energibehov (sum 1 - 6).		

Tabell E.2: Oppsett (budsjett) for levert energi for ulike energikilder definert i NS 3031:2014

Energivare	Levert energi [kWh/år]	Spesifikk levert energi [kWh/(m <sup>2</sup> ·år)]
1 Elektrisitet <sup>a</sup>		
2 Olje		
3 Gass		
4 Fjernvarme		
5 Biobrensel		
6 Annen energivare <sup>b, i</sup>		
Totalt levert energi, sum 1 – 6		
<sup>a</sup> For elektrisitet kan denne posten eventuelt deles opp i fire underposter: 1a Direkte elektrisitet 1b, Elektrisitet til varmepumpesystemer, 1c Elektrisitet til solenergisystemer og 1d Elektrisitet til kjølesystemer (komfortkjøling). <sup>b</sup> I tilfeller der det er flere andre energivarer ut over elektrisitet, olje, gass, fjernvarme og biobrensel, kan også post 6 deles opp i flere underposter 6.a., 6.b. osv.		

Tallene presentert i rapporten er basert på eksisterende måledata fra enkelte undervisningsbygg. Private energimålere er montert i energioppfølgings øyemed, dvs. primært for å ha kontroll over energikostnadene. Å installere og drifte energimålere i stort omfang er dyrt. Montering av energimålere vurderes derfor i forhold til kost-nytteverdien til måleren. Man ønsker dessuten ofte å plassere undermålere i en målerstruktur der hovedmåleren fra netteieren eller fjernvarmeselskapet ligger øverst. Hovedmålere gjenspeiler levert energi. Målere som ligger under en hovedmåler må følgelig forholde seg til levert energi.

I Norge er det få bygninger som har en detaljert målerstruktur for måling av energibruk. Selv bygninger med svært godt detaljert målerstruktur inneholder ikke alltid like mange energipostene som tabell E.1. Dette skyldes at målere monteres med hensyn til energioppfølging og med tanke på mulighet for påvirkning av energibruken. Energifbruk til pumper måles eksempelvis sjeldent separat. Det er flere grunner til dette. Den første grunnen er kostnaden av å installere en måler per pumpe. Alle bygg med vannbårne systemer inneholder mange små pumper. Om hver pumpe skulle ha sin egen måler hadde målerinstallasjonen vært svært kostbar. Den andre grunnen er at hver pumpe krever lite energi samtidig som driften av pumpene er vanskelig å endre/påvirke da den avhenger av en annen funksjon (behov for oppvarming eller kjøling).

Energipostene brukt i kartlegging av formålsdelt energi er ikke helt identiske med inndelingen gjengitt i tabell E.1. Hovedtrekkene og tankegangen fra NS3031 er imidlertid forsøkt bevart i størst mulig grad. Energifbruk til vifter pleier ikke å ha egne energimålere, da strømmålere monteres for hele ventilasjonsaggregater. Denne energibruken er rapportert under energiposten «Ventilasjonsaggregater».

Formålsdelingen viser levert energi, ikke netto energi. En presisering: Begrepet levert energi brukt i rapporten refererer til definisjon fra NS 3031 («*levert energi: summen av energi, uttrykt per energivare, levert over bygningens systemgrenser for å dekke bygningens samlede energibehov inkludert systemtap som ikke gjenvinnes*»).

## **Vedlegg F – Beregnet formålsdelt energibruk basert på byggteknisk forskrift**

I forbindelse med Potensial- og barrierestudien – Norske næringsbygg [19] ble formålsdelt energibruk for forskjellige energistandarder beregnet. Tabellene F.1 - F.6 viser beregnet formålsdeling av energibruken i de ulike typer undervisningsbygg med utgangspunkt i de forskjellige versjoner av byggteknisk forskrift, men hvor det er forsøkt å finne mest mulig reelle verdier for alle inputparametere i beregningene med referanse i hva som var vanlig standard for bygg oppført i hver av de aktuelle periodene. Man har ikke forholdt seg til standardverdi for belysning eller minste tillatte luftmengde i kontrollberegninger gitt av NS 3031, men benyttet representative reelle verdier. I dette prosjektet har vi også for sammenligningens skyld supplert med beregninger for energistandardene lavenergi og passivhus. Merk at tallene som er beregnet henviser til netto energibudsjett iht. NS 3031.

Fra eldre til dagens forskriftskravnivå går spesifikk energibruk ned, i takt med innstrammingene i byggeforskriftene. For skolebygning og universitets- og høyskolebygning har imidlertid ikke de eldste bygningene nødvendigvis det største energiforbruket. Lavere energiforbruk for eldre og TEK49-byggene skyldes i hovedsak at det var lavere ventilasjonsluftmengder, og for de aller eldste byggene var det sågar kun naturlig ventilasjon med beskjeden luftmengde.

Tabell F.126: Barnehage - Beregnet netto energibudsjett basert på forskjellige versjoner av byggteknisk forskrift. Energipostene er uttrykt i [kWh/m<sup>2</sup>·år]. Kilde: Multiconsult

BARNEHAGE	Spesifikk energibruk [kWh/m <sup>2</sup> ·år]									
	Energistandard	Passiv- hus	Lav- energi	TEK 2010	TEK 2007	TEK 1997	TEK 1987	TEK 1969	TEK 1949	Eldre
<b>Energipost</b>										
Romoppvarming	36	47	67	69	92	118	214	340	381	
Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	0	8	13	32	37	46	73	0	0	
Oppvarming av tappevann	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
Vifter (ventilasjon)	8	10	18	22	39	44	26	0	0	
Pumper	0	1	1	1	2	2	2	1	1	
Belysning	13	13	17	21	21	39	39	39	39	
Teknisk utstyr	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
Romkjøling	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<b>Sum netto energibudsjett</b>	<b>72</b>	<b>94</b>	<b>131</b>	<b>160</b>	<b>206</b>	<b>263</b>	<b>370</b>	<b>395</b>	<b>437</b>	

Tabell F.2: Barnehage - Beregnet netto energibudsjett basert på forskjellige versjoner av byggteknisk forskrift. Energipostene er uttrykt i [%]. Kilde: Multiconsult

BARNEHAGE	Spesifikk energibruk [%]									
	Energistandard	Passiv- hus	Lav- energi	TEK 2010	TEK 2007	TEK 1997	TEK 1987	TEK 1969	TEK 1949	Eldre
<b>Energipost</b>										
Romoppvarming	50 %	50 %	51 %	43 %	45 %	45 %	58 %	86 %	87 %	
Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	0 %	8 %	10 %	20 %	18 %	17 %	20 %	0 %	0 %	
Oppvarming av tappevann	14 %	11 %	8 %	6 %	5 %	4 %	3 %	3 %	2 %	
Vifter (ventilasjon)	11 %	11 %	14 %	14 %	19 %	17 %	7 %	0 %	0 %	
Pumper	0 %	1 %	1 %	1 %	1 %	1 %	1 %	0 %	0 %	
Belysning	18 %	14 %	13 %	13 %	10 %	15 %	11 %	10 %	9 %	
Teknisk utstyr	7 %	6 %	4 %	3 %	3 %	2 %	1 %	1 %	1 %	
Romkjøling	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	
Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	
<b>Sum netto energibudsjett</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>	

Tabell F.3: Skolebygning - Beregnet netto energibudsjett basert på forskjellige versjoner av byggteknisk forskrift. Energipostene er uttrykt i [kWh/m<sup>2</sup>·år]. Kilde: Multiconsult

SKOLEBYGNING	Spesifikk energibruk [kWh/m <sup>2</sup> ·år]									
	Energistandard	Passiv- hus	Lav- energi	TEK 2010	TEK 2007	TEK 1997	TEK 1987	TEK 1969	TEK 1949	Eldre
<b>Energipost</b>										
Romoppvarming	20	24	37	39	63	76	126	208	227	
Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	0	6	13	35	41	51	70	0	0	
Oppvarming av tappevann	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
Vifter (ventilasjon)	9	12	20	24	42	49	23	0	0	
Pumper	0	0	1	1	1	2	1	1	1	
Belysning	10	10	17	22	22	40	40	40	40	
Teknisk utstyr	9	9	13	13	13	13	13	13	13	
Romkjøling	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<b>Sum netto energibudsjett</b>	<b>58</b>	<b>71</b>	<b>111</b>	<b>143</b>	<b>192</b>	<b>240</b>	<b>284</b>	<b>273</b>	<b>292</b>	

Tabell F.4: Skolebygning - Beregnet netto energibudsjett basert på forskjellige versjoner av byggteknisk forskrift. Energipostene er uttrykt i [%]. Kilde: Multiconsult

SKOLEBYGNING	Spesifikk energibruk [%]									
	Energistandard	Passiv- hus	Lav- energi	TEK 2010	TEK 2007	TEK 1997	TEK 1987	TEK 1969	TEK 1949	Eldre
<b>Energipost</b>										
Romoppvarming	34 %	34 %	33 %	27 %	33 %	32 %	44 %	76 %	78 %	
Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	0 %	8 %	12 %	24 %	22 %	21 %	25 %	0 %	0 %	
Oppvarming av tappevann	18 %	14 %	9 %	7 %	5 %	4 %	3 %	4 %	3 %	
Vifter (ventilasjon)	15 %	16 %	18 %	17 %	22 %	20 %	8 %	0 %	0 %	
Pumper	1 %	1 %	1 %	1 %	1 %	1 %	0 %	0 %	0 %	
Belysning	17 %	14 %	15 %	15 %	11 %	17 %	14 %	15 %	14 %	
Teknisk utstyr	15 %	12 %	12 %	9 %	7 %	5 %	5 %	5 %	4 %	
Romkjøling	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	
Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	
<b>Sum netto energibudsjett</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>	

Tabell F.5: Universitets- og høyskolebygning - Beregnet netto energibudsjett basert på forskjellige versjoner av byggteknisk forskrift. Energipostene er uttrykt i [kWh/m<sup>2</sup>-år]. Kilde: Multiconsult

UNIVERSITETS- OG HØGSKOLEBYGNING	Spesifikk energibruk									
	[kWh/m <sup>2</sup> -år]									
	Energistandard	Passiv- hus	Lav- energi	TEK 2010	TEK 2007	TEK 1997	TEK 1987	TEK 1969	TEK 1949	Eldre
<b>Energipost</b>										
Romoppvarming	20	23	27	30	43	54	99	167	182	
Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	0	13	12	33	40	49	75	0	0	
Oppvarming av tappevann	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
Vifter (ventilasjon)	10	14	22	27	47	54	30	0	0	
Pumper	1	1	3	3	3	4	4	1	1	
Belysning	14	14	20	25	25	47	47	47	47	
Teknisk utstyr	16	16	34	34	34	34	34	34	34	
Romkjøling	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	10	10	20	23	26	27	15	0	0	
<b>Sum netto energibudsjett</b>	<b>76</b>	<b>95</b>	<b>144</b>	<b>181</b>	<b>224</b>	<b>273</b>	<b>309</b>	<b>255</b>	<b>270</b>	

Tabell F.6: Universitets- og høyskolebygning - Beregnet netto energibudsjett basert på forskjellige versjoner av byggteknisk forskrift. Energipostene er uttrykt i [%]. Kilde: Multiconsult

UNIVERSITETS- OG HØGSKOLEBYGNING	Spesifikk energibruk									
	[%]									
	Energistandard	Passiv- hus	Lav- energi	TEK 2010	TEK 2007	TEK 1997	TEK 1987	TEK 1969	TEK 1949	Eldre
<b>Energipost</b>										
Romoppvarming	26 %	24 %	19 %	17 %	19 %	20 %	32 %	66 %	67 %	
Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	0 %	13 %	8 %	18 %	18 %	18 %	24 %	0 %	0 %	
Oppvarming av tappevann	7 %	5 %	3 %	3 %	2 %	2 %	2 %	2 %	2 %	
Vifter (ventilasjon)	14 %	14 %	15 %	15 %	21 %	20 %	10 %	0 %	0 %	
Pumper	2 %	1 %	2 %	2 %	2 %	1 %	1 %	0 %	0 %	
Belysning	19 %	15 %	14 %	14 %	11 %	17 %	15 %	18 %	17 %	
Teknisk utstyr	21 %	17 %	24 %	19 %	15 %	13 %	11 %	14 %	13 %	
Romkjøling	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	
Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	13 %	10 %	14 %	13 %	12 %	10 %	5 %	0 %	0 %	
<b>Sum netto energibudsjett</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>	



## Vedlegg G – Utvalg for kartlegging av formålsdelt energibruk

Det ble valgt fem bygg innenfor de tre typer undervisningsbygg definert av NVE:

- Barnehager
- Skolebygning
- Universitets- og høyskolebygning

Entro og Multiconsult fikk tillatelse fra flere aktører for å bruke deres forbruksdata i oppdraget.

Energidata som er brukt i prosjektet er hentet fra barnehager og skolebygninger fra Bærum, Grue, Kristiansand, Lørenskog, Ski, Oslo og Trondheim kommune, samt Avantor Eiendomsforvaltning AS. Statsbygg, NSB Eiendom og Entra har bidratt med data for universitets- og høyskolebygninger.

Detaljeringsnivået ønsket av NVE samsvarer ikke med detaljeringsnivået som er tilgjengelig i de best instrumenterte undervisningsbyggene. For alle bygg der detaljeringsnivået i målerstrukturen var grovere enn ønsket, har målerdata blitt supplert med kartlegging av installert effekt og driftstider. Denne kartleggingen, koblet mot analyse av lastprofiler, tillater en begrunnet formålsdeling av målerdata.

Byggene ble valgt ut fra tre kriterier:

1. Timeavleste hovedmålere
2. Godt detaljeringsnivå i målerstrukturen
3. Minst 3 år med målerdata.

Gjennomgang av Entros database med disse kriterier ga 6 barnehager, 6 skoler og 4 høyskoler. De nyeste byggene er best instrumentert med tanke på energimåling, noe som gjorde at utvalget ikke var representativt. For å unngå denne skjevheten ble utvalget supplert med enkelte bygg og/eller informasjon om enkelte energiposter fra et større antall bygg.

Det er svært få barnehager med detaljert målerstruktur. Dette skyldes at energibruken i barnehagene er som regel liten sammenlignet med store eiendommer som kommuner også har ansvar for å forvalte (sykehjem/skoler). Den absolutte forbruk [kWh/år] per bygg er for liten til å forsvare investering i mange private undermålere. Skolebygninger og universitets- og høyskolebygninger er store bygg der man ønsker å ha kontroll over en stor energibruk og der energimåling av enkelte energiposter er mer utbredt.

Varmeforbruk har blitt steds- og temperaturkorrigert. Bygninger som ligger andre steder i landet "er flyttet" til Oslo-klima som regnes som gjennomsnittsklima for Norge. Temperaturkorreksjon er utført ved hjelp av månedlige graddager iht. retningslinjer fra Sintef Fag 6 [18]. Basetemperatur for beregning av graddager er 17 °C.

## Vedlegg H – Utfyllende fremstilling av resultater

## I. Beregnet og målt energibruk i energiattest

Tabell H.1: Fremstilling av rapportert målt energibruk og beregnet forbruk i energiattest – Barnehager, skolebygg, universitets- og høyskolebygg. Kilde: NVE

Barnehage	Antall bygg [antall]	Areal [m <sup>2</sup> ]	Spesifikk energibruk [kWh/m <sup>2</sup> ·år]		Median areal [m <sup>2</sup> ]
			Målt	Beregnet	
Byggeår					
før 1950	22	17 948	211	274	442
1950-69	17	8 141	251	246	324
1970-89	101	48 060	225	225	395
1990-99	53	25 718	229	204	500
2000 og senere	91	80 173	178	148	760
<b>Sum/snitt</b>	<b>284</b>	<b>180 040</b>	<b>204</b>	<b>193</b>	<b>500</b>

Skolebygg	Antall bygg [antall]	Areal [m <sup>2</sup> ]	Spesifikk energibruk [kWh/m <sup>2</sup> ·år]		Median areal [m <sup>2</sup> ]
			Målt	Beregnet	
Byggeår					
før 1950	107	314 835	211	236	2 524
1950-69	221	671 584	200	221	2 564
1970-89	261	826 696	182	194	2 717
1990-99	109	298 300	176	188	1 866
2000 og senere	178	784 333	173	164	3 565
<b>Sum/snitt</b>	<b>876</b>	<b>2 895 748</b>	<b>186</b>	<b>196</b>	<b>2 677</b>

Universitets- og høyskolebygg	Antall bygg [antall]	Areal [m <sup>2</sup> ]	Spesifikk energibruk [kWh/m <sup>2</sup> ·år]		Median areal [m <sup>2</sup> ]
			Målt	Beregnet	
Byggeår					
før 1950	39	184 133	254	291	3 325
1950-69	53	342 789	278	270	5 337
1970-89	40	355 747	254	245	4 155
1990-99	27	324 751	256	208	9 091
2000 og senere	29	278 460	261	193	4 726
<b>Sum/snitt</b>	<b>188</b>	<b>1 485 880</b>	<b>261</b>	<b>239</b>	<b>4 928</b>

## Vedlegg I – Utskrift fra analyse – Barnehager

Dependent Variable: D(AREAL)  
 Method: Panel Least Squares  
 Date: 09/01/14 Time: 16:00  
 Sample (adjusted): 2005 2013  
 Periods included: 9  
 Cross-sections included: 410  
 Total panel (balanced) observations: 3690

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	63.71514	9.379089	6.793319	0.0000
D(BEF)	0.668269	0.014295	46.74931	0.0000

## Effects Specification

Period fixed (dummy variables)

R-squared	0.381045	Mean dependent var	148.7797
Adjusted R-squared	0.379531	S.D. dependent var	709.5503
S.E. of regression	558.9116	Akaike info criterion	15.49257
Sum squared resid	1.15E+09	Schwarz criterion	15.50940
Log likelihood	-28573.78	Hannan-Quinn criter.	15.49856
F-statistic	251.7229	Durbin-Watson stat	1.888515
Prob(F-statistic)	0.000000		

## Vedlegg J – Utskrift fra analyse – Skoler

Dependent Variable: D(AREAL)  
 Method: Panel Least Squares  
 Date: 09/01/14 Time: 16:17  
 Sample (adjusted): 2010 2013  
 Periods included: 4  
 Cross-sections included: 326  
 Total panel (balanced) observations: 1304

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	761.4437	297.9002	2.556036	0.0107
D(BEF(-1))	0.724864	0.361287	2.006340	0.0450

## Effects Specification

Period fixed (dummy variables)

R-squared	0.015262	Mean dependent var	880.5399
Adjusted R-squared	0.012229	S.D. dependent var	10606.79
S.E. of regression	10541.73	Akaike info criterion	21.36790
Sum squared resid	1.44E+11	Schwarz criterion	21.38773
Log likelihood	-13926.87	Hannan-Quinn criter.	21.37534
F-statistic	5.033068	Durbin-Watson stat	1.393770
Prob(F-statistic)	0.000501		

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

Utgitt i Rapportserien i 2014

- Nr. 1 Analyse av energibruk i forretningsbygg. Formålsdeling. Trender og drivere
- Nr. 2 Det høyspente distribusjonsnett. Innsamling av geografiske og tekniske komponentdata
- Nr. 3 Naturfareprosjektet Dp. 5 Flom og vann på avveie. Dimensjonerende korttidsnedbør for Telemark, Sørlandet og Vestlandet: Eirik Førland, Jostein Mamen, Karianne Ødemark, Hanne Heiberg, Steinar Myrabø
- Nr. 4 Naturfareprosjektet: Delprosjekt 7. Skred og flomsikring. Sikringstiltak mot skred og flom Befaring i Troms og Finnmark høst 2013
- Nr. 5 Kontrollstasjon: NVEs gjennomgang av elsertifikatorordningen
- Nr. 6 New version (v.1.1.1) of the seNorge snow model and snow maps for Norway. Tuomo Saloranta
- Nr. 7 EBO Evaluering av modeller for klimajustering av energibruk
- Nr. 8 Erfaringer fra ekstremværet Hilde, november 2013
- Nr. 9 Erfaringer fra ekstremværet Ivar, desember 2013
- Nr. 10 Kvartalsrapport for kraftmarknaden. 4. kvartal 2013. Ellen Skaansar (red.)v
- Nr. 11 Energibruksrapporten 2013
- Nr. 12 Fjernvarmens rolle i energisystemet
- Nr. 13 Naturfareprosjektet Dp. 5 Flom og vann på avveie. Karakterisering av flomregimer. Delprosjekt. 5.1.5
- Nr. 14 Naturfareprosjektet Dp. 6 Kvikkleire. En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer
- Nr. 15 Tilleggsrapport: Oppsummering av Energimyndighetens og NVEs gjennomgang av elsertifikatorordningen
- Nr. 16 Flomberegning for Nesttunvassdraget (056.3Z). Thomas Væringstad
- Nr. 17 Årsrapport for tilsyn
- Nr. 18 Verktøyprosjektet - hydrologi 2010-2013. En oppsummering av aktiviteter og resultater. Erik Holmqvist (red.)
- Nr. 19 Flom og jordskred i Nordland og Trøndelag desember 2013. Elin Langsholt, Erik Holmqvist, Delia Welle Kejo
- Nr. 20 Vindkraft i produksjon i 2013
- Nr. 21 FoU-prosjekt 81072 Pilotstudie: Snøskredfarekartlegging med ATES (Avalanche Terrain Exposure Scale) Klassifisering av snøskredterreng for trygg ferdsel
- Nr. 22 Naturfareprosjektet: Delprosjekt 3.1. Hvordan beregne ekstremverdier for gitte gjentakintervaller? Manual for å beregne returverdier av nedbør for ulike gjentakintervaller (for ikke-statistikker)
- Nr. 23 Flomsonekart Delprosjekt Tuv. Kjartan Orvedal, Julio Pereira
- Nr. 24 Summary of the review of the electricity certificates system by the Swedish Energy Agency and the Norwegian Water Resources and Energy Directorate (NVE)
- Nr. 25 Landsomfattende mark- og grunnvannsnett. Drift og formidling 2011. Jonatan Haga Per Alve Glad
- Nr. 26 Naturfareprosjektet: Delprosjekt 1 Naturskadestrategi. Sammenligning av risikoakseptkriterier for skred og flom. Utredning for Naturfareprogrammet (NIFS)
- Nr. 27 Naturfareprosjektet Dp. 6 Kvikkleire. Skredfarekartlegging i strandsonen
- Nr. 28 Naturfareprosjektet Dp. 5 Flom og vann på avveie. "Kvistdammer" i Slovakia. Små terskler laget av stedegent materiale, erfaringer fra studietur for mulig bruk i Norge
- Nr. 29 Reestablishing vegetation on interventions along rivers. A compilation of methods and experiences from the Tana River valley
- Nr. 30 Naturfareprosjektet Dp. 5 Flom og vann på avveie. Karakterisering av flomregimer
- Nr. 31 Småkraftverk: Tetthet og reproduksjon av ørret på utbygde strekninger med krav om minstevannføring Svein Jakob Saltveit og Henning Pavels
- Nr. 32 Kanalforvaltningen rundt 1814 – del av en fungerende statsadministrasjon for det norske selvstendighetsprosjektet. Grunnlovsjubileet 2014
- Nr. 33 Museumsordningen 10 år
- Nr. 34 Naturfareprosjektet Dp. 6 Kvikkleire. Skredfarekartlegging i strandsonen -videreføring
- Nr. 35 Naturfareprosjektet Dp. 5 Flom og vann på avveie. Karakterisering av flomregimer Delprosjekt. 5.1.5. Revisjon av rapport 13-2014
- Nr. 36 Kvartalsrapport for kraftmarknaden 1. kvartal 2014. Gudmund Bartnes (red.)
- Nr. 37 Preliminary regionalization and susceptibility analysis for landslide early warning purposes in Norway

- Nr. 38 Driften av kraftsystemet 2013
- Nr. 39 Naturfareprosjektet Dp. 6 Kvikkleire. Effekt av progressivbruddutvikling for utbygging i områder med kvikkleire: Sensitivitetsanalyse basert på data fra grunnundersøkelser på vegstrekningen Sund-Bradden i Rissa
- Nr. 40 Naturfareprosjektet DP. 6 Kvikkleire. Effekt av progressiv bruddutvikling for utbygging i områder med kvikkleire: Sensitivitetsanalyse-1
- Nr. 41 Bioenergi i Norge
- Nr. 42 Naturfareprosjektet Dp. 5 Flom og vann på avveie. Dimensjonerende korttidsnedbør for Møre og Romsdal, Trøndelag og Nord-Norge. Delprosjekt. 5.1.3
- Nr. 43 Terskelstudier for utløsning av jordskred i Norge. Oppsummering av hydrometeorologiske terskelstudier ved NVE i perioden 2009 til 2013. Søren Boje, Hervé Colleuille og Graziella Devoli
- Nr. 44 Regional varslings av jordskredfare: Analyse av historiske jordskred, flomskred og sørpeskred i Gudbrandsdalen og Ottadalen. Nils Arne K. Walberg, Graziella Devoli
- Nr. 45 Flomsonekart. Delprosjekt Hemsedal. Martin Jespersen, Rengifo Ortega, Julio H. Pereira Sepulveda
- Nr. 46 Naturfareprosjektet Dp. 6 Kvikkleire. Mulighetsstudie om utvikling av en nasjonal blokkprøvedatabase
- Nr. 47 Naturfareprosjektet Dp. 6 Kvikkleire. Detektering av sprøbruddmateriale ved hjelp av R-CPTU
- Nr. 48 En norsk-svensk elsertifikatmarknad. Årsrapport 2013
- Nr. 49 Øvelse Østlandet 2013. Evalueringsrapport
- Nr. 50
- Nr. 51 Forslag til nytt vekstsystem i modellen for å fastsette kostnadsnormer i regionalnettene
- Nr. 52 Jord- og sørpeskred i Sør-Norge mai 2013. Monica Sund
- Nr. 53 Årsrapport for utførte sikrings- og miljøtiltak for 2013
- Nr. 54 Naturfareprosjekt DP. 1 Naturskadestrategi Samarbeid og koordinering vedrørende naturfare. En ministudie av Fellesprosjektet E6-Dovrebanen og Follobanen
- Nr. 55 Naturfareprosjektet DP.6 Kvikkleire. Effekt av progressiv bruddutvikling for utbygging i områder med kvikkleire: Numerisk metode for beregning av udrenert brudd i sensitive materialer
- Nr. 56 Naturfareprosjektet DP.6 Kvikkleire. Effekt av progressiv bruddutvikling for utbygging i områder med kvikkleire: Tilbakeregning av Vestfossenskredet
- Nr. 57 Naturfareprosjektet DP.6 Kvikkleire. Sikkerhet ifm utbygging i kvikkleireområder: Effekt av progressiv bruddutvikling i raviner
- Nr. 58 Naturfareprosjektet DP.6 Kvikkleire. Sikkerhet ifm utbygging i kvikkleireområder: Sannsynlighet for brudd med prosentvis forbedring
- Nr. 59 Naturfareprosjektet DP.6 Kvikkleire. Likestilling mellom bruk av absolutt material faktor og av prosentvis forbedring: bruk av spenningsendring for å definere lokalskred og områdeskred
- Nr. 60 Skredfarekartlegging i Høyanger kommune
- Nr. 61 Flaumsonekart Delprosjekt Førde. Kjartan Orvedal og Ivar Olaf Peereboom
- Nr. 62 Naturfareprosjektet Dp. 5 Flom og vann på avveie. Regionalt formelverk for flomberegning i små nedbørsfelt Delprosjekt. 5.1.6.
- Nr. 63 Naturfareprosjektet DP. 3.2 Datasamordning Ministudie av samordning og deling av flom-og skreddata for tre samarbeidende etater
- Nr. 64 Naturfareprosjektet. Delprosjekt 2- Beredskap og krisehåndtering. Delrapport 1 - Beredskapsplaner og krisehåndtering
- Nr. 65 Grønne tak og styrtregn. Effekten av ekstensive tak med sedum-vegetasjon for redusert avrenning etter nedbør og snøsmelting i Oslo. Bent C. Braskerud.
- Nr. 66 Norges vannbalanse i TWh basert på HBV-modeller. Undertittel: Statistikk og variasjoner 1958-2012. Erik Holmqvist.
- Nr. 67 Effekt av lagringstid på prøve kvalitet. Marie Haakensen / NIFS.
- Nr. 68 Effect of storage time on sample quality. Marie Haakensen / NIFS.
- Nr. 69 Flomsonekart. Delprosjekt Fagernes. Ahmed Reza Naserzadeh og Camilla Meidell Roald.
- Nr. 70 Status høsten 2014 - resultater og veien videre. Marie Haakensen / NIFS.
- Nr. 71 Aktive vannføringsstasjoner i Norge, Lars Evan Pettersson.
- Nr. 72 Smarte målere (AMS) og feedback. VasaaETT og Heidi Kvalvåg.
- Nr. 73 Filefjell og Anestølen. Evaluering av måledata for snø, sesongen 2012/2013. Heidi Bache Stranden og Bjørg Lirhus Ree.
- Nr. 74 Avbrotstatistikk 2013. Astrid Ånestad.
- Nr. 75 Energibruk i undervisningsbygg. Benedicte Langseth og Multiconsult m.fl.
- Nr. 76 Naturfareprosjektet: Delprosjekt 2. Beredskap og krisehåndtering. Haakensen.
- Nr. 77 Naturfareprosjektet: Delprosjekt 6. Kvikkleire. Haakensen.
- Nr. 78 Status og prognoser for kraftsystemet 2014..” Synnøve Lill Paulen.
- Nr. 79 Snøskredvarslingen. Evaluering av vinteren 2014. NIFS. Emma Barfod.





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)

