

Energi og effektprognoiser for Oslo og Akershus mot 2050

Delrapport til Nettplan Stor-Oslo

Versjon oppdatert 29. september 2011



Om prosjektet «Nettplan Stor-Oslo»

Prosjektleder: Kyrre Nordhagen (Statnett)
Prosjekteier: Gunnar G. Løvås (Statnett)
Nettside: www.statnett.no/storoslo

Om rapporten:

Prosjektnummer:
13160

Nettplan Stor-Oslo er et prosjekt som skal etablere en helhetlig plan for utviklingen av sentralnettet i Oslo og Akershus frem mot 2050. Planen vil legge føringer for hvilke prosjekter Statnett vil gjennomføre i området og rekkefølgen av disse. Prosjektet gjennomføres i samarbeid med Hafslund.

Rapportnavn:
Energi- og effektprognoser for Oslo og Akershus

Brief summary in English

In Oslo and Akershus 90 % of the electricity consumption is related to energy use in buildings. The region will face a considerable population growth in the next decades. This implies increased building areas and subsequent increase in demand for electricity. On the other hand, energy efficiency is on the political agenda in EU as well as in Norway. Vigorous policies are implemented in the building sector to enhance energy efficiency, and additional requirements are expected within the next few years.

This study presents demand projections for electric energy and load for the period 2010-2050. Using a bottom up model we quantify the effects population growth and the focus on energy efficiency, among many factors, has on demand for electric energy and load in the future.

Despite considerable population growth, the base case scenario implies a marginal increase in the demand for electric energy and load in the region. The base estimate equals the 10-year historical trend until 2023. After 2023 we expect the growth to decline at a faster pace than the historical rate. The projections include three scenarios for analysis. Large variations between the scenarios reflect the uncertainties for future energy and load demand. Hence, the results should be interpreted with this uncertainty in mind.

Prosjektleder:
Even Ungersness

Prosjektdeltakere:
Ole Lislebø (Xrgia)
Kjetil Ingeberg (Xrgia)
Vidar Solheim (Hafslund nett)
Sten Tore Bakken (Hafslund fjernvarme)
Jon Iver Bakken (Hafslund ASA)
Trond Arnliot Jensen (Statnett)
Caroline Hermansson (Statnett)

Innhold

OPPSUMMERING	5
1 INTRODUKSJON	11
1.1 OM PROSJEKTET	11
1.2 BAKGRUNN OG PROBLEMSTILLING	11
1.3 LESERVEILEDNING	12
2 STATUS	13
2.1 DAGENS SITUASJON	14
2.2 HISTORISK FORBRUK	15
3 HVA KAN VI LÆRE AV HISTORIEN?	17
3.1 BEFOLKNINGSØKNING GIR ØKT NYBYGGING OG ØKT ETTERSPØRSEL	17
3.2 SVEKKET SAMMENHENG MELLOM ØKONOMISK VEKST OG ELEKTRISK ENERGIFORBRUK	18
3.3 REDUSERT ENERGIBRUK GIR OGSÅ REDUSERT MAKSEFFEKT	20
3.4 VIRKEMIDLER FOR ENERGIEFFEKTIVISERING I BYGG	20
3.5 ETTERSPØRSELEN ETTER ELEKTRISK ENERGI SVÆRT LITE PRISSENSITIV	22
3.6 VARMEPUMPEEFFEKTEN	22
3.7 FAKTISK ENERGIBRUK OFTE HØYERE ENN FORVENTET	23
4 HVA VIL VÆRE NYTT?	25
4.1 NYE BYGGEFORSKRIFTER	25
4.2 NYE FORBRUKSGRUPPER	26
4.3 SKIFTE AV ENERGIBÆRERE TIL OPPVARMING OVER TID	29
4.4 NYE TEKNOLOGIER FOR LOKAL KRAFTPRODUKSJON	29
4.5 AMS OG SMARTGRID KAN GI EN MER DYNAMISK E-SIDE	30
5 METODE OG DATA	31
5.1 FREMSKREVET BYGGAREAL	32
5.2 ENERGI- OG EFFEKTBEHOV I BYGG	35
5.3 KONKURRANSEN MELLOM ENERGIBÆRERE	38
6 SCENARIOENE	42
7 PROGNOSERESULTATER	44
7.1 TOTALT OSLO OG AKERSHUS	44
7.2 FYLKESVIS	50
7.3 KOMMUNEVIS	53
7.4 SAMMENLIGNING BASISSCENARIO MOT TRENDFREMSKRIVINGER FOR EFFEKT	57
8 USIKKERHET	59
8.1 NYE BYGGFORSKRIFTER	59
8.2 ELEKTRISKE PERSONBILER	61
8.3 ANDRE SENSITIVITETER	62
9 KONKLUSJONER	64
10 ORDLISTE	68
11 SITERTE VERK	69
12 VEDLEGG	71
12.1 DATA OG FORUTSETNINGER	71

Oppsummering

Formålet med denne rapporten er å presentere prognoser for utviklingen i etterspørsel etter elektrisk energi og effekt i Oslo og Akershus¹. For effekt er det den timen i året med størst etterspørsel som er interessant, mens for energi er det forbruket over året vi forholder oss til². Hovedfokus i prognosene legges på perioden frem mot 2030, men aggregerte resultater presenteres også frem til 2050.

Det totale forbruket av elektrisk energi i Oslo og Akershus var på 17,8 TWh i 2010. Det maksimale effektforbruket var på 4 250 MW i 2010. Kraftproduksjonen innenfor Oslo - Akershus er minimal, og regionen er helt avhengig av overføring av elektrisk energi fra andre landsdeler via sentralnettet. Det totale forbruket av elektrisk energi og effekt har økt i Oslo-Akershus regionen de siste 20 årene. Imidlertid har økningen for Oslo avtatt merkbart de siste årene på tross av en høy befolkningsvekst i samme periode. Den klare sammenhengen man så mellom energibruk og økonomisk vekst på 70- og 80-tallet ser dermed ut til å være avtakende. Hvis man ser på elektrisitetsforbruket per innbygger er dette redusert fra 1993. Det er i de fleste tilfeller en tett sammenheng mellom energisparing og effektsparing. Når energiforbruket (per innbygger) reduseres, reduseres også effektforbruket. Tabell 1 oppsummerer den historiske utviklingen i Oslo og Akershus samlet. 2010 var et år kaldere enn normalt, og energiforbruket dette året var derfor betydelig høyere enn for 2009.

Tabell 1 Historisk vekst i befolkning, forbruk av elektrisk energi og effekt totalt, samt målt per innbygger.

Vekst	Befolkning	Energi (EI) ^[1]	Effekt (EI)	kWh/innbygger	kW/innbygger
1990-2010	29 % (251')	35 % (4,8 TWh)	29 % (950 MW)	5 %	-2 %
2000-2010	15 % (149')	15 % (2,4 TWh)	4 % (154 MW)	0 %	-10 %

[1] Data for Akershus fra 1990-93 er avledet fra et usikkert datamateriale. Øvrige data er basert på kjent statistikk.

Energibruk i bygg utgjorde i 2009 om lag 90 % av det samlede forbruket i Oslo og Akershus, og hovedfokus på analysen er derfor lagt her. De to viktigste etterspørselsdriverne for energibruk i bygg er utviklingen i byggareal (som en konsekvens av befolkningsvekst) og energikrav i fremtidige byggeforskrifter. Historisk har det vært en klar sammenheng mellom befolkningsøkning og bygging av boliger og næringsbygg. Fortsatt økt befolkningsvekst trekker i retning av økt energi- og effektforbruk. Det forventes at den sterkeste veksten i antall innbyggere vil komme i Akershus, og dermed også veksten i byggareal og energibehov. I følge SSBs middelsscenario vil befolkningsveksten i perioden 2010 til 2030 være på 34 % i Oslo og Akershus samlet (38 % i Akershus og 30 % i Oslo). Dette scenarioet gir i våre analyser en vekst i arealet på 33 %, eller om lag 24 millioner m² frem til 2030. Den kraftigste prosentvise veksten vil vi se i Sørums og Ullensaker, som følge av kraftig befolkningsvekst.

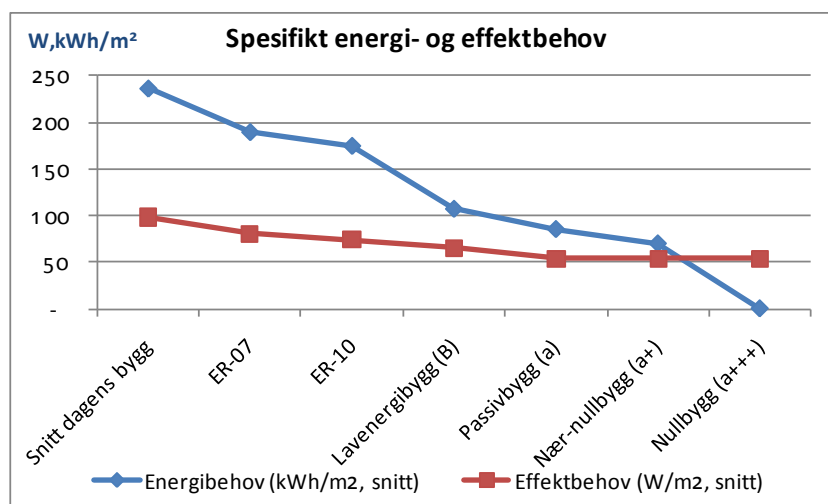
Energieffektivisering er blitt satt på dagsorden både i Norge og Europa de siste ti årene. Direkte reguleringer gjennom tekniske byggeforskrifter har vært et av de viktigste virkemidlene. Innføringen

¹ Ettersom samfunnet blir stadig mer avhengige av elektrisk energi øker konsekvensene av et strømbrydd, noe som vil ha konsekvenser for sikkerhetsmarginene man bør ta høyde for i planleggingen av nettet. Slike vurderinger er ikke en del av dette arbeidet, men håndteres i et eget delprosjekt i Nettpan Stor-Oslo.

² Med elektrisk energi menes det som i dagligtale omtales som strøm, eksempelvis et årlig forbruk på 20 000 kWh. Effekt er hvor mye som brukes "på en gang", i praksis hvor mye som brukes den timen i året med størst strømförbruk.

av TEK-07 var det første virkemiddelet som kraftig strammet inn kravene til energibruk i bygg. Nye byggstandarder for lavenergi- og passivbygg er ventet å komme, og har potensial til å redusere energibehovet både i nye og rehabiliterte bygg betydelig. I 2004 vedtok Norge et EU-direktiv om bygningers energiytelse. Direktivet stiller som krav at medlemslandenes byggeforskrifter skal inneholde maksimumskrav til energibruk i nye og rehabiliterte bygg, og at forskriftene oppgraderes hvert 5. år³. En ytterligere innstramming av dette direktivet er vedtatt i EU, hvor det stilles krav til at nye bygg fra 2021 er nær-null bygg. Dette oppdaterte direktivet er nå til behandling hos OED. Uansett om denne oppdateringen blir vedtatt av OED eller ikke, forventer vi at innføring av standarder for lavenergi- og passivbygg vil komme. Det er ikke per i dag vedtatt noen tidsplan for innføring av disse standardene i Norge, men med dagens politiske fokus på området virker det sannsynlig at disse vil innføres. Ettersom slike virkemidler kun påvirker nye- og rehabiliterte bygg, vil det ta tid før man kan forvente å se virkningene. Det er imidlertid ikke tvil om at nye byggeforskrifter i dag vil redusere behovet for både energi- og effekt betydelig i forhold til eldre bygg.

Energi og effektforbruket er et produkt av spesifikt energi- og effektbehov og areal. Figur 1 viser hvordan energi- og effektbehovet per m² reduseres fra dagens nivå med de nye antatte tekniske byggstandardene som setter krav til hvordan bygg skal utformes. Figuren viser gjennomsnittstall for alle byggtypen.



Figur 1 Krav til energi- og effektbehov i bygg under ulike tekniske byggeforskrifter, snitt for alle byggtypen. Kilde: (Standard Norge, 2010)(Rambøll, 2011), Prosjektets beregninger.

ER-E er anslag på gjennomsnittlig energibruk i dagens bygningsmasse. TEK-07 (ER-07) og TEK-10 (ER-10) er tekniske forskrifter fra 2007 og 2010 som allerede er vedtatt, og som vil bli normen i årene som kommer. Fra og med lavenergibygg er data basert på beste tilgjengelige data. Nøyaktig når de ulike energi- og effektrammene vil introduseres er usikkert og de håndteres derfor som variabler i prosjektets scenarioanalyse. Vi vil presisere at dette er teoretiske beregninger av energi- og effektforbruk (bortsett fra ER-E). Forbrukernes adferd er en viktig faktor for hvordan energibehovet faktisk vil utvikle seg. Erfaringsdata som dokumenter faktisk og forventet forbruk i bygg eksisterer i liten grad. De studiene som er gjennomført viser at forbruket er svært varierende, men ofte høyere enn forventet. Merforbruket er i hovedsak knyttet til den faktiske bruken av byggene og er ofte

³ Det er også dette direktivet som er bakgrunnen for at alle bygg over 1000 m² skal energimerkes.

knyttet til økte komfortkrav. Det er lite trolig at kravene til komfort vil reduseres over tid, men kanskje kan innføring av smarte styringssystemer tenkes å påvirke faktisk bruk, og da spesielt av effekt.

På grunn av strengere krav til blant annet isolasjon, vil varmeløsninger i nye bygg ha en kortere brukstid enn i dag. Dette favoriserer teknologier med lave investeringskostnader, og representerer en betydelig utfordring for teknologier basert på vannbårne systemer. Analysen viser at teknologier for punktoppvarming har en kostnadsmessig fordel i små bygg ($< 500 \text{ m}^2$), og disse byggene utgjør en stor andel av det totale markedet. Kostnadene knyttet til bygging av vannbårne systemer er i dag høyere enn kostnader for installasjon av direkte elektrisk oppvarming. Dette gir seg utslag i at kun en mindre andel av nye bygg tilrettelegges for vannbåren varme. Nye byggeforskrifter vil over tid øke andelen bygg med vannbåren varme i bygg større enn 500 m^2 .

Av nytt forbruk er det elektriske personbiler og busser som per i dag virker som de viktigste faktorene for fremtidig energi- og effektbruk. Energibehovet ved en storstilt elektrifisering av transportflåten er relativt beskjedent, men effektbehovet kan øke betydelig dersom bruk av hurtiglading blir utbredt. Landstrøm til skip er anslått til å utgjøre om lag 30 MW innen 2025. Nettskyer⁴ og serverparker er annet nytt forbruk som vil kunne etableres, men om det kommer og hvor det vil ligge er i dag usikkert.

Mulighetene for regulerbar lokal kraftproduksjon i regionen synes små med dagens teknologier. Eventuell elektrisk energi produsert fra solceller eller vindmøller vil ikke kunne regnes som en regulerbar kraftprodusent når man dimensjonerer nettet. Dette fordi produksjonen avhenger av været og dermed kan være utilgjengelig når behovet er som størst. Regionen vil derfor også fremover være helt avhengig av stor import av energi og effekt.

Prissensitiviteten i forbruket har historisk vist seg å være svært liten. Med innføring av AMS og smartgrid kan man i fremtiden tenke seg å kunne styre noe forbruk bort fra toppplasttiden, og på denne måten avlaste nettet. Det er imidlertid for tidlig å si noe om virkningene av denne teknologiutviklingen. En forutsetning for flytting av forbruk er at de tekniske mulighetene for styring av forbruk i stor grad automatiseres og at tilstrekkelig informasjon samles slik at responsmulighetene for kunden blir gode.

For å analysere effektene av de nye byggeforskriftene har vi benyttet en bottom-up modell. Etterspørsel etter energi og effekt analyseres med en tretrinns tilnærming: 1) Fremskrivning av byggareal, 2) Beregning av energi- og effektbehov, og 3) Konkurransanalyse. Sistnevnte gjøres for å bestemme hvilken teknologi som dekker oppvarmingsbehovet. Modelleringen skjer på kommunenivå for å håndtere demografiske endringer i fremskrivningene.

I denne rapporten er det etablert tre scenarier for utviklingen i forbruket:

- **Basisscenarioet** representerer et middelsscenario, og er det vi anser som det mest sannsynlige utfallet. Her innføres byggeforskriftene slik det er signalisert og implementeringen blir relativt vellykket. Oppvarming skjer som i dag i stor grad med

⁴ Nettskyer (eng: cloud computing) er en betegnelse for alt fra dataprosessering og datalagring til programvare på servere som står i eksterne serverparker tilknyttet internett.

elektrisitet, og eksisterende fjernvarmeverk utvides slik det er planlagt. Elbiler vil dominere i 2050, men hurtiglading blir ikke spesielt utbredt.

- **"Høyt scenario"** kjennetegnes av et økende forbruk og lite fokus på klimapolitikk og energieffektivisering, samtidig som befolkningsveksten blir høy. Lavenergi- og passivhusstandard utsettes i forhold til hva som signaliseres i dag, men innføres i 2025 og 2030 ettersom det antakelig blir et krav fra EU. Det faktiske forbruket antas her å bli betydelig høyere enn hva forskriftene sier. Oppvarmingsteknologier basert på elektrisk energi, som panelovn og varmepumpe luft-luft er veldig konkurransedyktige og dominerer i enda større grad enn i dag.
- **"Lavt scenario"** kjennetegnes av et betydelig fokus på energieffektivisering og klimapolitikk. Dette viser hvordan forbruket vil utvikle seg dersom nye standarder for energibruk i nybygg faktisk implementeres i den takten EU har lagt opp til, og at implementeringen blir vellykket. I dette scenarioet er befolkningsveksten lavere enn SSBs middelsscenario. Bioenergi og fjernvarme erstatter elektrisitet til oppvarming i større grad enn i dag. I 2050 er alle biler elbiler, men lading skjer i stor grad på nattestid. En slik bruk av elbiler vil kreve utvikling av batteriteknologi i perioden.

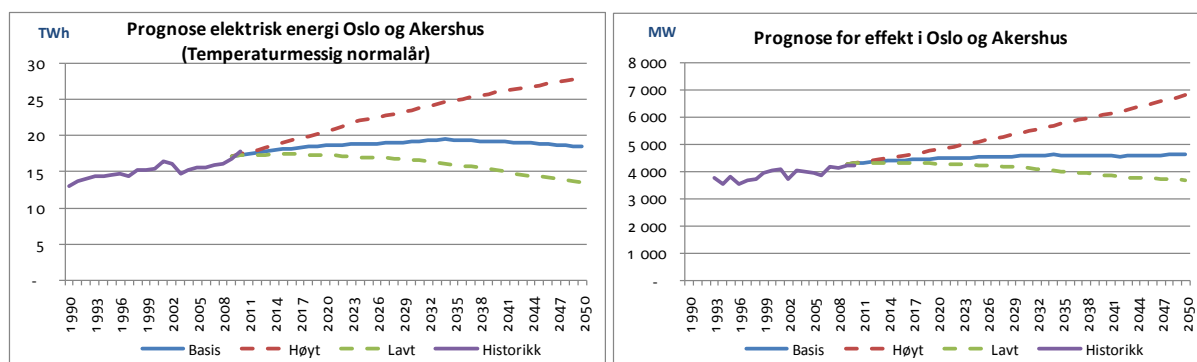
Tabell 2 oppsummerer de viktigste antakelsene i de tre scenarioene.

Tabell 2 Sammenstilling av de viktigste faktorene i scenarioene.

Driver/parameter	Høyt scenario	Basis	Lavt scenario
Befolkningsvekst	Høy	Middels	Lav
Nybygging m ² /innbygger	Økt	Konstant	Redusert
Lavenergistandard operativ	2025	2019	2016
Passivhusstandard operativ	2030	2024	2020
Adferdsavvik energi	40 %	20 %	10 %
Adferdsavvik effekt	20 %	10 %	5 %
Brenselpriser	Lav elpris	Dagens markedspriser	Høy CO ₂ og elpris
Fjernvarme	Svak vekst fra dagens nivå	Dagens planlagte vekst gjennomføres	Betydelig vekst
Oppvarmingsteknologier	El dominerer stort	Som dagens fordeling	Bio og varmepumper tar betydelige volumer
Elektriske personbiler	20 % elbiler i 2030 50 % elbiler i 2050 Ladetid 2 t 50 % i topplast	35 % elbiler i 2030 90 % elbiler i 2050 Ladetid 4 t 10 % i topplast	35 % elbiler i 2030 100 % elbiler i 2050 Ladetid 4 t 5 % i topplast

Figur 2 viser de tre scenarioene for energi- og effektprognoser mot 2050 for Oslo og Akershus samlet. Det er viktig å merke seg at energiprognosene gjelder for et klimamessig normalår i Oslo. Et år kaldere enn normalen, slik som 2010, vil gi høyere forbruk enn hva som vises i prognosene. Dette er årsaken til at energitallene for 2010 ligger betydelig høyere enn prognosene for samme år.

Effektrammene er derimot beregnet ut fra dimensjonerende effekt. Det maksimale effektbehovet vil derfor ikke påvirkes av om temperaturen over året avviker fra gjennomsnittet, og prognosene har ikke denne samme usikkerheten.



Figur 2 Tre scenarier for energi- og effektprognoser mot 2050 for Oslo og Akershus samlet. Energiprognosene er for et temperaturmessig normalår.

Prognosene er laget med utgangspunkt i forbruket i 2009. Energiforbruket i 2010 avviker fra prognosene og var på 17,8 TWh. Dette var imidlertid et år som var betydelig kaldere enn normalt⁵. Ettersom energiprognosene gjelder for et klimamessig normalår er det derfor naturlig at det blir avvik mellom faktisk og kalkulert energibruk dette året. På tross av forventinger om sterk befolkningsvekst i årene fremover gir vårt basisscenario ingen stor vekst i forbruket av elektrisk energi- og effekt. Dette er i seg selv imidlertid ikke noe trendbrudd eller noe helt nytt. Både for Oslo og Akershus ligger fremskrivingene i basisscenariotet likt som historisk 10-årstrend frem til 2023, deretter øker forbruket i prognosen med en lavere veksttakt enn den historiske trenden.

Spredningen i de tre scenarioene er stor, noe som understreker usikkerheten i utviklingen av energibruk. Kraftfulle virkemidler er introdusert i byggsektoren og vil strammes inn i årene som kommer. Det finnes imidlertid lite dokumentasjon av den reelle effekten av disse virkemidlene. I hvilken grad bilparken elektrifiseres er også et stort usikkerhetsmoment, spesielt med tanke på effektforbruk. Hovedresultatene fra de tre scenarioene for energi- og effektprognoser er som følger:

- 1) Basisscenario: Totalt forbruk av elektrisk energi øker fra 16,8 TWh i 2009 til 19,4 TWh i 2035. Forbruket avtar så gradvis, mot 18,5 TWh i 2050. Økt byggareal som følge av en fremdeles sterk befolkningsvekst, spesielt i Akershus, er den viktigste faktoren som trekker opp forbruket. Nye byggeforskrifter den viktigste faktoren som trekker ned. Forbruket i Akershus er ventet å øke fra 7,6 TWh i 2009 til 9,7 TWh i 2042, før det flater ut frem til 2050. I Oslo er forbruket ventet å øke fra 9,3 TWh i 2009 til 9,8 i 2035, før det flater ut og avtar mot 8,8 TWh i 2050. Totalt forbruk av elektrisk effekt er ventet å øke fra 4 250 MW i 2009 til 4 600 MW i 2050. Det antatt økte ladebehovet til elbiler gjør at effektforbruket vokser mer enn energiforbruket. Forbruket i Akershus forventes å øke fra 2 000 MW i 2009 til 2 400 MW i 2050. I Oslo forventes forbruket å øke marginalt fra 2 280 MW i 2009 til 2 330 MW i 2035, hvor det så avtar mot 2050.
- 2) Høyt scenario: Totalt forbruk av elektrisk energi øker jevnt fra 16,8 TWh i 2009 til 28 TWh i 2050. Økt nybygging og svært lite gjennomslag for de nye byggeforskriftene utgjør den viktigste forskjellen i forhold til Basisscenario. I tillegg dominerer oppvarmingsteknologier basert på elektrisitet i enda større grad enn i dag. Totalt forbruk av elektrisk effekt øker fra 4 250 MW i 2009 til 6 800 MW i 2050. Manglende gjennomslag for nye byggeforskrifter, og utstrakt bruk av hurtiglading til elbiler utgjør hovedforskjellene fra basisscenario.

⁵ Se vedlegg 12.1.5 for beskrivelse av et temperaturmessig normalår og historiske avvik.

- 3) Lavt scenario: Totalt forbruk av elektrisk energi øker fra 16,8 TWh i 2009 til 17,8 TWh i 2016, før det flater ut og synker mot 13,5 TWh i 2050. Totalt forbruk av elektrisk effekt øker marginalt fra 4 250 MW i 2009 til 4 320 MW i 2015, før det avtar mot 3 700 MW i 2050. Lav nybygging og kraftig gjennomslag for nye byggeforskrifter utgjør den viktigste forskjellen i forhold til Basisscenario, i tillegg til at elbaserte oppvarmingsteknologier får stor konkurranse fra bioenergi og fjernvarme. Vider blir hurtiglading av elbiler lite utbredt i dette scenarioet.

På kort sikt er de største usikkerhetsmomentene i analysene hvorvidt byggeforskriftene vil introduseres i det tempoet som i dag signaliseres, samt i hvilken grad nye bygg bruker mer energi- og effekt enn hva som forventes. På lang sikt vil også lademønsteret for fremtidens elbilpark være viktig. Dette er alle faktorer med betydelig usikkerhet. I basisscenarioet har vi antatt at det faktiske forbruket av effekt vil være 10 % høyere enn det som forutsettes i forskriftene. Hvis virkeligheten blir et effektforkbruk 20 % høyere enn forutsatt, utgjør det 200 MW ekstra i 2030. Dette er en økning på 4 % fra basiscase. Hvis implementeringen av forskriftene forsinkes med 5 år, øker dette effektforkbruket med 100 MW i 2030, en økning på litt over 2 % fra basiscase. Forsinkes implementeringen 10 år, øker effektforkbruket i 2030 med 200 MW, eller litt over 4 % i 2030 i forhold til basiscase.

Lademønsteret for elbiler blir avgjørende for effektforkbruket. Lades bilene over tid på natten, vil effektforkbruket utgjøre lite. Blir hurtiglading om dagen en utbredt løsning, vil konsekvensene kunne være betydelige mellom 2030 og 2050. Hvis gjennomsnittlig ladetid blir 1 time og 40 % av bilene lader i topplasttiden, vil det kunne utgjøre om lag 800 MW i 2030, en økning på 16 % fra basisscenarioet. Per i dag virker det imidlertid lite sannsynlig at hurtiglading vil bli svært utbredt. Installasjon av hurtigladestasjoner i private hjem er i dag så dyrt at det vil være uaktuelt for de fleste. Det er også trolig at hurtiglading ved stasjoner på sikt vil ha en kostnad som gjør at de fleste vil foretrekke å lade bilen hjemme. At en svært stor andel av kjøreturer er korte turer reduserer behovet for hurtiglading. Andre forhold som vil kunne gi økt effekt- og energiforkbruk i forhold til basiscase er hvis utbredelsen av fjernvarme og bioenergi reduseres og erstattes med elektrisitet. Økt levealder på bygg før de rehabiliteres og rives, kraftigere befolkningsvekst, lavere elpriser og økt nybygging er andre faktorer som vil kunne øke forbruket utover basiscase.

Resultatene og konklusjonene i denne analysen er basert på en rekke forutsetninger. En fremskrivingsmodell vil aldri klare å speile virkeligheten, og resultatene må derfor tolkes i lys av dette. Usikkerheten i de ulike estimatene er forsøkt belyst i de ulike kapitlene. En slik prognose baseres på det man har av tilgjengelig informasjon på analysetidspunktet. Ny og mer presis informasjon vil avdekkes, og en slik prognose bør oppdateres med jevne mellomrom, minimum hvert 5. år. Spesielt vil det være viktig å følge utviklingen nøye på de faktorene som er trukket frem som de viktigste usikkerhetsmomentene. Eksempler på dette er hva som kommer av studier på faktisk vs forventet forbruk i bygg, om det kommer en handlingsplan fra KRD på når de nye byggeforskriftene skal innføres, markedsutviklingen på elbiler og utvikling på ladeteknologier.

1 Introduksjon

1.1 Om prosjektet

Statnett har igangsatt et prosjekt kalt "Nettplan Stor-Oslo". Formålet med prosjektet er å etablere en helhetlig plan for utviklingen av sentralnettet i området frem mot 2050. Prosjektet gjennomføres i samarbeid med Hafslund.

Prosjektet gjennomføres i tre faser, der hovedleveransene er:

1. Behovs- og situasjonsanalyse
2. Alternativanalyse
3. Masterplan

Den første fasen er å gjennomføre en behovs- og situasjonsanalyse. Rapporten oppsummerer arbeidet som har blitt gjort i delprosjekt "Effekt – og energianalyse" i denne fasen. Delprosjektet skal utvikle prognoser for effekt- og energiutviklingen i regionen frem mot 2050. Prognosene skal tjene som underlag til hovedprosjektet der hovedmålsettingen er etablere en plan for utviklingen av kraftnettet i regionen.

Formålet med denne rapporten er å presentere prognoser for forbruksutviklingen i elektrisk energi og effekt i Oslo og Akershus. Hovedfokus i prognosene vil legges på perioden frem mot 2030, men det presenteres også resultater frem til 2050.

1.2 Bakgrunn og problemstilling

Når man skal dimensjonere overføringsnettet er man nødt til å ta høyde for den timen i året hvor forbruket er størst. Summen av alt forbruk denne ene timen utgjør den effekten, eller maksimal belastning som nettet må tåle. Forbrukere og politikere snakker svært sjelden om effekt, men heller om produksjon og forbruk av elektrisk energi (strøm). Når man skal planlegge nettutbygginger, har det lite å si hvor mye som brukes i gjennomsnitt. Imidlertid vil ofte faktorene som påvirker energiforbruket også påvirke effektforbruket. Denne analysen presenterer derfor prognoser for både elektrisk energi og effekt.

En svært stor andel av energi- og effektforbruket i Oslo og Akershus er relatert til bygg. Det er derfor spesielt viktig å forstå driverne bak etterspørselen i dette segmentet. Byggareal er igjen nært knyttet til befolkningsutvikling. De siste 30 årene har folketallet i regionen økt med om lag 300 000. I følge SSBs fremskrivninger vil det 30 år frem i tid kunne være mellom 300 000 og 650 000 flere innbyggere enn i dag. Den kraftige forventede befolkningsveksten i regionen vil ha stor påvirkning på behovet både for elektrisk energi og effekt. Behovet for energi i bygg kan deles inn i to grupper. Først har vi det elspesifikke forbruket, slik som belysning, teknisk utstyr, vifter og pumper. Deretter kommer elektrisitet til termiske formål, som oppvarming og kjøling. Oppvarming representerer en betydelig andel av byggenes totale energibehov. Til oppvarming av rom brukes det i dag ofte panelovner, og her vil konkurransen mot varmepumper og andre brenselfyrte alternativer være viktig å belyse.

Myndighetene har skjerpet byggeforskriftene betydelig de siste årene. Energieffektivisering av bygg er på den politiske dagsorden både i Norge og Europa, og ytterligere innskjerpinger av forskrifter for energibruk i nye og rehabiliterte bygg vil etter all sannsynlighet komme. Samtidig må man huske på at rehabilitering av den eksisterende bygningsmassen tar lang tid. Det er derfor viktig å ha en formening om hvordan alderssammensetningen i bygningsmassen vil utvikle seg fremover. Det er

usikkert hvordan kravene til energieffektivisering vil utvikle seg, og når de vil tre i kraft. Videre er også adferd, dvs hvordan byggene faktisk blir brukt, en faktor som vil påvirke energibruken i bygg fremover.

Dagens sterke fokus på reduksjon av klimagassutslipp gjør at forurensende oppvarmingsløsninger som tidligere hadde stor utbredelse, som oljekjeler, vil fases ut. I tillegg vil det sannsynlig være en betydelig utvikling på teknologisiden. Overgang fra tidligere aktuelle oppvarmingsløsninger kan innebære at bygget går over fra å bruke andre energibærere til å bruke fjernvarme, bioenergi og varmepumper. Sammensetningen av oppvarmingsteknologier vil påvirke etterspørselen etter elektrisitet.

De siste årene er det gjennomført analyser av nasjonalt energibehov i bygg i forbindelse med blant annet Lavenergiutvalget (2009), KlimaKur2020 (2009) og Arnstad-utvalget (2010). Både i utvalgenes rapporter og andre relevante analyser har det blitt satt stor fokus på passivbyggstandard, og hva dette kan bety for energiforbruket i bygg fremover. Ingen av disse analysene har imidlertid fokusert på hvordan dette påvirker det fremtidige forbruket for elektrisk energi og effekt.

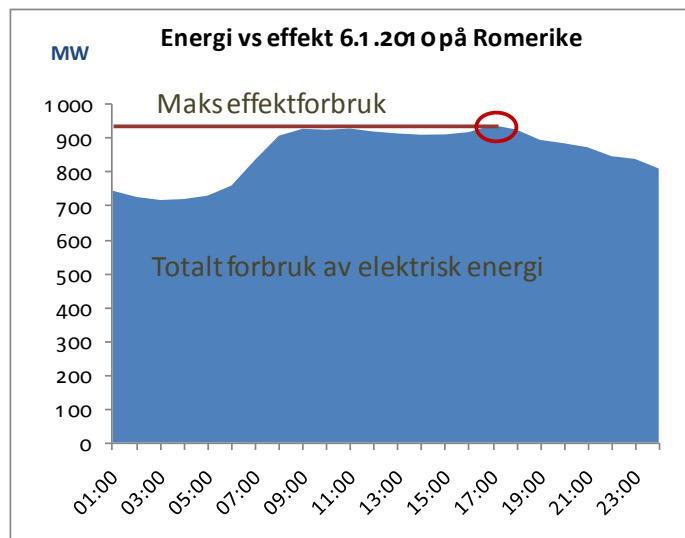
For å analysere effekter av nye tekniske byggeforskrifter og tilhørende energimessige krav, samt utviklingen i sammensetningen av oppvarmingsløsninger, er det nødvendig å modellere etterspørselen bottom up. Metodisk benyttes en tretrinns tilnærming: 1) Fremskrivning av byggareal, 2) Beregning av energi- og effektbehov, og 3) Konkurransanalyse. For å fange opp demografiske endringer gjøres alle kvantitative analyser per kommune. Dette er også viktig med tanke på konkurransen mellom kollektive (for eksempel fjernvarme) og individuelle (for eksempel panelovn) varmeløsninger. Bottom up modeller er svært detaljerte, og for at datasettene skal være håndterbare er det nødvendig med generaliseringer. Resultatene bør derfor tolkes i lys av de forenklingene som har vært nødvendige, og usikkerheten rundt de mest sentrale forutsetninger i analysene er forsøkt belyst.

De siste tiårene har vi blitt stadig mer avhengige av elektrisk energi, og denne utviklingen vil sannsynligvis fortsette. Dette medfører også at konsekvensene av et strømbrydd øker over tid, noe man må ta hensyn til når man planlegger nettutbygging. Dette vil kunne gi behov for nettinvesteringer selv om etterspørselen ikke skulle øke. Vurderinger som dette vil være sentrale i Statnetts videre arbeid, men omfattes ikke av denne rapporten. Denne rapporten gjør kun analyser av den underliggende fremtidige etterspørselen etter elektrisk energi og effekt. Hva som er nødvendige sikkerhetsmarginer i nettet vurderes altså ikke i denne analysen, men vil håndteres i et eget delprosjekt under "Nettplan Stor-Oslo" i løpet av høsten 2011.

1.3 Leserveiledning

I rapporten benytter vi både begrepene elektrisk energi og -effekt. Forbruket av elektrisk energi beregnes som forbrukt effekt multiplisert med tid. Når vi i rapporten benytter forbruk av elektrisk energi, er det da summen av forbruket over ett år. Når benytter effekt, er det i denne sammenhengen det maksimale effektforbruket som er interessant. Figur 3 illustrerer forskjellen

mellom energi og maks effekt over et døgn. Det maksimale effektforbruket dette døgnet er 930 MW kl 17⁶. Forbruket av elektrisk energi samme døgn tilsvarer hele det blå arealet, om lag 20 500 MWh.



Figur 3 Illustrasjon av forskjellen mellom forbruk av elektrisk energi og effekt på Romerike 6.1.2010.

I rapporten gir kapittel 2 en kort beskrivelse av dagens forbruk og historisk utvikling i regionen. I kapittel 3 gjennomgås de viktigste driverne bak utviklingen i forbruket de siste årene. De viktigste nye driverne som vil påvirke forbruket fremover drøftes i kapittel 4. En overordnet beskrivelse av metodikken og data gis i kapittel 5. De tre scenarioene defineres i kapittel 6, og selve prognoseresultatene presenteres i kapittel 7. Resultatene og konklusjonene i denne analysen er basert på en lang rekke forutsetninger. En prognosemodell vil aldri klare å speile virkeligheten til fulle, og resultatene må derfor tolkes i lys av dette. Usikkerheten i de ulike estimatene beskrives i de ulike kapitlene, og i kapittel 8 kvantifiseres effektene av de viktigste usikkerhetsmomentene. Kapittel 9 konkluderer og oppsummerer. Terminologiforklaringer gis i kapittel 10, og en grundig metodebeskrivelse gis i vedlegg i kapittel 12.

2 Status

Kort oppsummert: Vi beskriver her kort dagens forbruk av elektrisk energi- og effekt i regionen. Det totale forbruket av elektrisk energi i regionen var i 2010, som var et år betydelig kaldere enn normalen, på hele 17,8 TWh⁷, mot 16,8 TWh i 2009. Det maksimale effektforbruket i 2010 var på 4250 MW. Kraftproduksjonen i området utgjorde da 3,5 % og 0 % av det maksimale forbruket i hhv Akershus og Oslo. Det totale forbruket av elektrisk energi og effekt har økt de siste 20 årene, mens forbruket per innbygger er redusert etter 1993.

⁶ Vi viser her effektforbruk per time. Det vil selvsagt være variasjoner innenfor denne timen også. Over kortere tidsperioder (under en time) takler imidlertid nettet svært mye uten å bli overbelastet, og det er derfor gjennomsnittlig makseffekt per time som er det mest relevante målet.

⁷ Tallene vi opererer med er faktisk forbruk, nettap ikke inkludert. Nettapet i regionen var i 2010 på om lag 0,7 TWh.

2.1 Dagens situasjon

Oslo og Akershus er et område med stor tilflytting og tilvekst, og i dag er det 1,14 millioner innbyggere i regionen (SSB, 2011d).

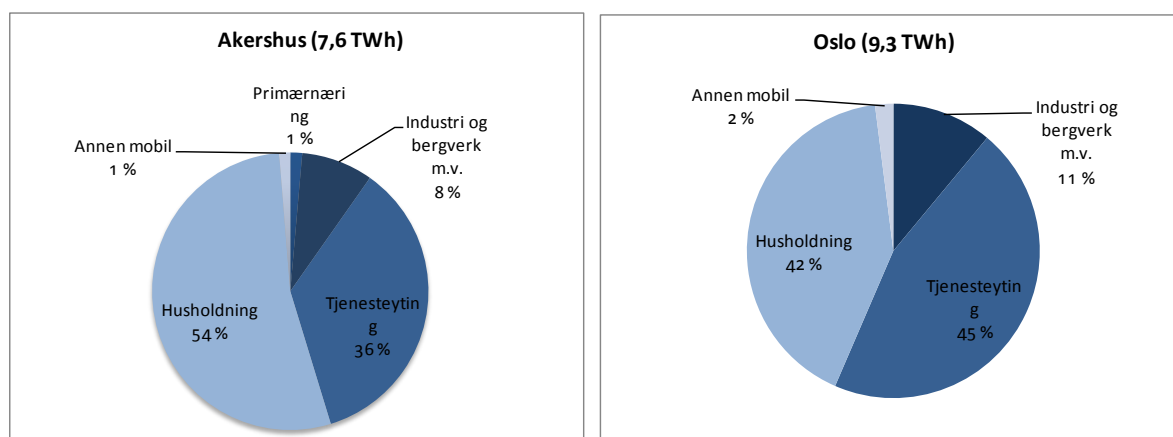
Total bygningsmasse med behov for energi utgjorde i 2009 om lag 78 millioner m². Av dette var om lag 50 % husholdningsbygg, 23 % bygg som brukes av tjenesteytende sektor, 14 % industribygg, 8 % skole- og undervisningsbygg og 5 % andre næringsbygg (Matrikkelen, 2011)⁸.

I 2009 var det totale energiforbruket i regionen 21,7 TWh⁹. Av dette utgjorde elektrisk energi 78 %, (16,8 TWh), noe som gir et forbruk på om lag 14 700 kWh per innbygger. Forbruket av fyringsolje utgjorde 2,5 TWh, bioenergi 1,1 TWh og avfall 0,6 TWh (SSB, 2010). Disse tallene inkluderer energiforbruk i produksjon av fjernvarme, som i Oslo og Akershus var om lag 1,2 TWh og 0,3 TWh (Norsk fjernvarmeforening 2010).

2.1.1 Elektrisk energiforbruk

Forbruket av elektrisk energi i Norge var totalt på 131,9 TWh i 2010. Dette er det høyeste forbruket målt noensinne, og er 3,1 TWh høyere enn i forrige rekordår, 2008. Av det totale forbruket i Norge i 2010 utgjorde forbruket i Akershus og Oslo hhv 5,4 og 7,3 % (Hafslund Nett, 2010); (NVE, 2011).

Figur 4 viser fordelingen av forbruket i 2009 på sektor. Vi ser at det er husholdninger og tjenesteytende sektor som i stor grad dominerer forbruket av elektrisk energi i regionen, med et totalt forbruk av elektrisk energi på hhv 7,9 TWh og 6,9 TWh. Hvor stor andel av elektrisiteten som ble benyttet i varmepumper finnes det ikke per i dag statistikk på.



Figur 4 Forbruket av elektrisk energi i 2009 fordelt på fylke og sektor. Kilde: (SSB, 2010).

I husholdninger og tjenesteytende sektor er energiforbruket knyttet til bygg, og dette utgjør om lag 90 % av det totale forbruket. Det blir derfor svært viktig å forstå driverne bak etterspørselen i ulike bygningstyper. For industri og bergverk er bildet mer sammensatt. Her vil en andel av energiforbruket være knyttet til bygget og en andel være knyttet til maskiner og annet prosessutstyr. Denne sektoren må derfor behandles på en annen måte når man skal lage prognoser.

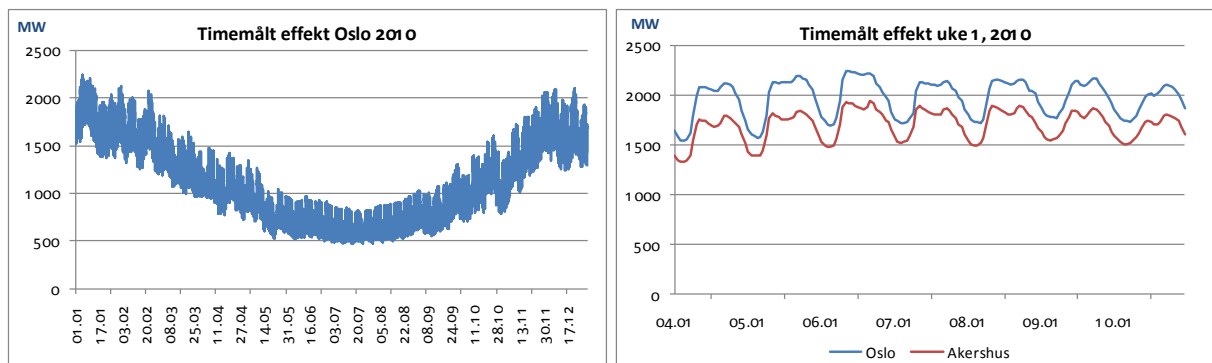
⁸ Tallgrunnlaget i Matrikkelen er mangelfullt, spesielt på næringsbygg. Tallene er derfor kalibrert mot SSBs kommunefordelte energibrukstatistikk.

⁹ Energibruk til vei-, fly- og skipstrafikk holdt utenfor.

Oslo og Akershus er et betydelig underskuddsområde for elektrisk energi, forbruket er altså langt høyere enn produksjonen. Produksjonen i Akershus ved maksimal effekt har de siste årene variert mellom 60 og 70 MW, noe som utgjør mellom 3,1 % og 3,5 % av forbruket. I Oslo er denne andelen i praksis null. Tilførsel av elektrisk energi må derfor i stor grad importeres fra andre regioner via sentralnettet.

2.1.2 Elektrisk effektforbruk

Det maksimale effektforbruket i Oslo og Akershus i 2010 var på henholdsvis 2 250 og 2 000 MW. Effektforbruket varierer betydelig både over døgnet og over året. Gjennomsnittlig effektforbruk var omtrent 50 % av det maksimale forbruket. Som tidligere nevnt er det den timen med høyest forbruk overføringsnettet må dimensjoneres for. Figur 5 viser timemålt effektforbruk i 2010 for Oslo (venstre), og for uke 1 i 2010 for Oslo og Akershus (høyre).

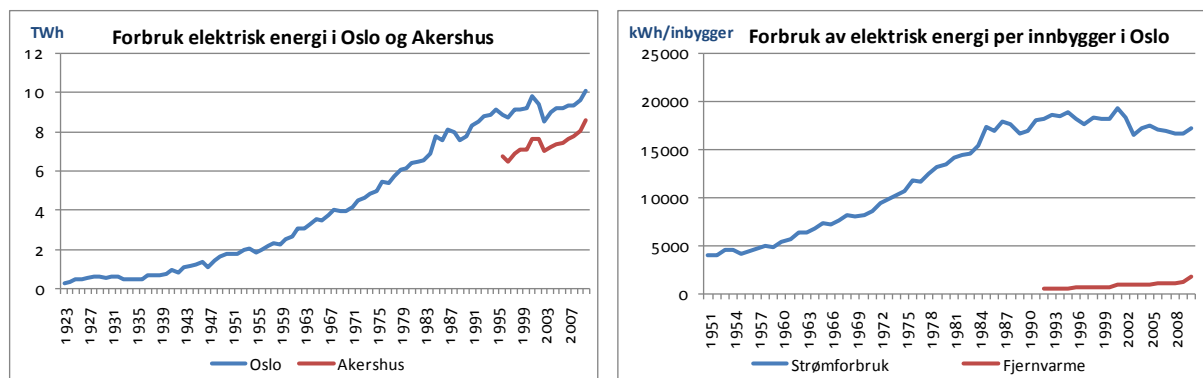


Figur 5 Timemålt effektforbruk i Oslo i 2010 (venstre) og i Oslo og Akershus i uke 1 2010 (høyre). Kilde: Hafslund.

Januar og desember er i Norge månedene med høyest effektforbruk på grunn av kulden. Det er i ukedagene det er størst forbruk, og det er gjerne to effekttopper i løpet av en dag. I Oslo er ofte effekttoppen omtrent kl 9, da alle forretninger starter opp. I Akershus derimot, er i dag ofte effekttoppen omtrent kl 16 når de fleste kommer hjem fra jobb og skal lage middag.

2.2 Historisk forbruk

Figur 6 (venstre) viser at det siden 1923 har vært en vekst i forbruket av elektrisk energi i Oslo frem til 2001. Etter dette gikk det tydelig ned frem til 2003, for så å stige mot en ny topp i 2010. Også Akershus har hatt en betydelig vekst de siste årene. Det har vært en betydelig vekst i innbyggertallet i Oslo i denne perioden. For å undersøke den underliggende utviklingen i energiforbruk ser vi til høyre på utviklingen i Oslo målt per innbygger (kWh/innbygger).

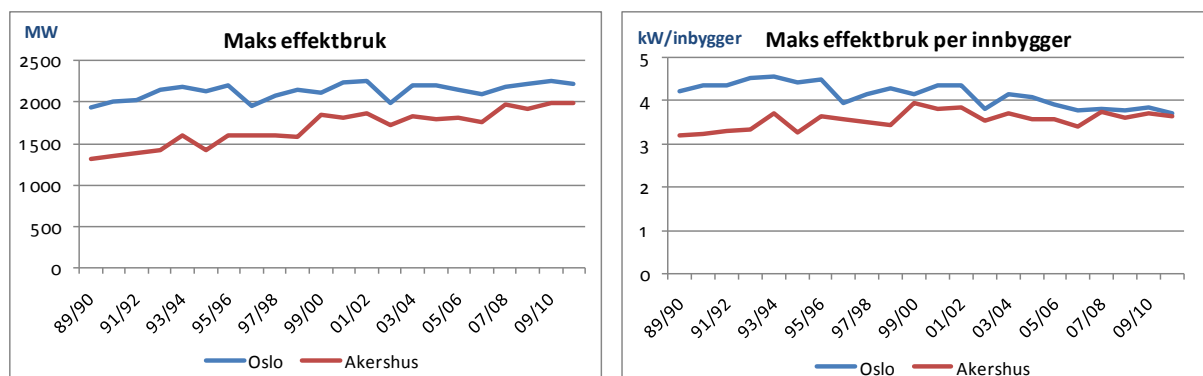


Figur 6 Utvikling i totalt forbruk av elektrisk energi¹⁰ (venstre) og forbruk per innbygger (høyre). Kilde: Hafslund og Statnett.

Etter 1993 er forbruket av elektrisk energi per innbygger redusert. Den økende fjernvarmeproduksjonen har fra starten av 1990-tallet i all hovedsak erstattet tidligere forbruk av olje. De siste årene har fjernvarme også erstattet mye elektrisitet i nye store bygg.

For Norge totalt sett i perioden 1995-2010 har det i gjennomsnitt vært en årlig økning i forbruket av elektrisk energi på 1,3 % (NVE, 2011). For Oslo har gjennomsnittlig vekst i samme periode vært 0,9 % (Hafslunddata), og det er antakelig økt forbruk i industrien som er årsaken til den høyere veksten på landsbasis.

Figur 7 viser at veksten i det maksimale effektforbruket de siste årene har vært størst i Akershus, og at forbruket per innbygger har nærmet seg hverandre i de to fylkene i perioden.



Figur 7 Utvikling i temperaturkorrigert effektforbruk, totalt (venstre) og per innbygger (høyre) i perioden 1990 til 2011¹¹. Kilde: (Hafslund, 2011) og Akershus energi¹².

Det totale effektforbruket har i perioden 1994-2010 økt med 1 % og 25 % i henholdsvis Oslo og Akershus. Ser vi på forbruket per innbygger er det redusert med 2 % i Akershus og 12 % i Oslo

¹⁰ Denne figuren viser uttak av elektrisitet fra sentralnettet, altså summen av forbruk og nettap. Tallene her er derfor noe høyere enn tallene som brukes andre steder i rapporten.

¹¹ Med temperaturkorrigering menes at vi korrigerer forbruket for å se hvor høyt det ville vært om temperaturen var på "dimensjonerende effekt". Dimensjonerende effekt er i Oslo beregnet ved -18 grader C som middeltemperatur over tre døgn.

¹² Tallene for Akershus fra 1990 – 1994 er anslag gjort ut fra tilgjengelig datamateriale skaffet til veie fra Akershus Energi.

(Hafslund, 2011) i samme periode. Veksten har vært kraftigere i Akershus på grunn av en sterkere befolkningsvekst de siste 10 år, samt at det generelt bygges større boliger enn i Oslo.

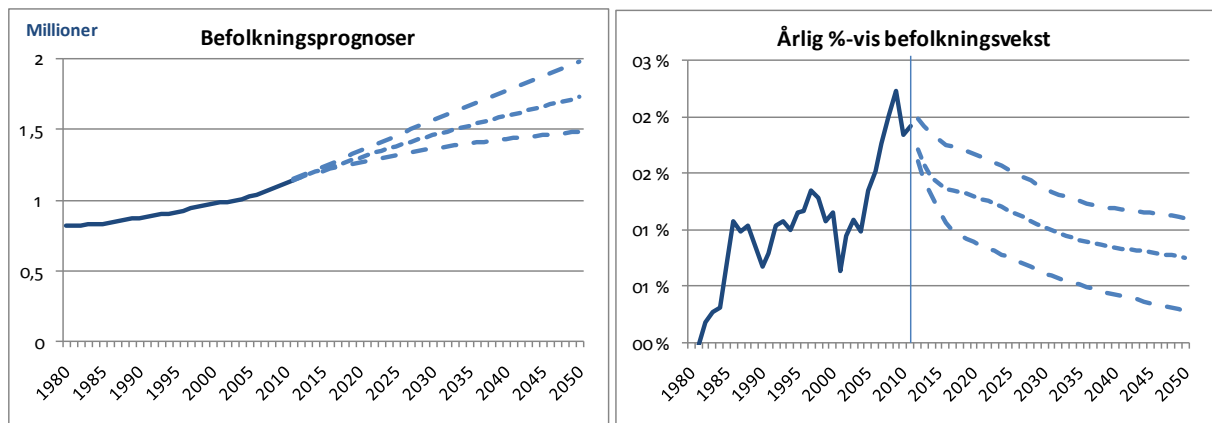
3 Hva kan vi lære av historien?

Kort oppsummering: Her gjennomgås de viktigste driverne bak utviklingen i forbruket av energi og effekt de siste årene. Det har historisk vært en klar sammenheng mellom befolkningsvekst og økt bygging av boliger og næringsbygg, en trend som antakelig vil fortsette. Den klare sammenhengen vi så mellom energibruk og økonomisk vekst på 70- og 80-tallet ser ut til å være sterkt avtakende. Videre er elektrisk energiforbruk per innbygger redusert etter 1993. Vi ser også at når det elektrisk energiforbruket (per innbygger) reduseres, reduseres effektforbruket tilsvarende. Det er altså en tett sammenheng mellom energisparing og effektsparing. Etterspørselen etter elektrisk energi har vist seg også å være svært lite prissensitiv. Energieffektivisering er blitt satt på dagsorden i Norge og Europa de siste ti årene. Virkningene materialiseres nå gjennom kraftfulle virkemidler som har potensial til å redusere energibruken i bygg betydelig. Per i dag finnes det imidlertid få studier som analyserer gjennomslagskraften i virkemidlene, men funnene så langt tyder på at energibruken i bygg varierer stort og ofte er høyere enn planlagt.

3.1 Befolkningsøkning gir økt nybygging og økt etterspørsel

Befolkningsvekst påvirker nybyggingen i et område. Det er spesielt boliger, bygg som brukes til tjenesteyting samt skole- og undervisningsbygg som historisk sett har sett vært knyttet til befolkningsveksten i kommunene. Økt byggareal vil trekke i retning av økt energi- og effektforbruk.

Figur 8 viser SSBs befolkningsprognoser for Oslo og Akershus samlet frem mot 2050 (venstre). Selv om den årlige prosentvise veksten reduseres i årene som kommer (høyre) opprettholdes tilflyttingen når vi ser på absolutte tall.

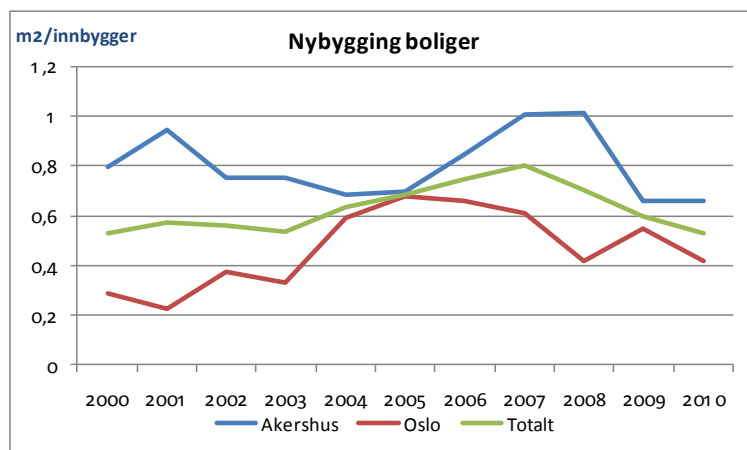


Figur 8 Folketall i Oslo og Akershus fra 1980 med fremskrivninger mot 2050 (venstre) og årlig prosentvis befolkningsvekst (venstre). Kilde: (SSB, 2011).

I følge SSBs middelscenario i fremskrivingene vil det kunne være 1,84 millioner innbyggere i regionen i 2050. Dette tilsvarer en vekst på 58 % fra 2011. Usikkerheten i estimatene er selvfølgelig betydelig i en så lang tidshorisont, og de viktigste usikkerhetsmomentene er knyttet til innvandring, fruktbarhet og forventet levealder. I SSBs lave scenario er innbyggertallet i 2050 anslått til 1,48 millioner (+ 28 %), og de det høye scenarioet 1,98 millioner (+ 70 %).

Det er i perioden 2000 til 2010 i snitt bygget 1,3 millioner m² per år i regionen, hvorav halvparten er boliger. Størrelsen på en gjennomsnittlig bolig i Akershus har i perioden vært 127 m², mot 103 m² i Oslo. Ser vi på utviklingen i perioden har størrelsen på nye boliger sunket med om lag 7 % i Akershus og 18 % i Oslo (SSB, 2011b). Samtidig vet vi at antall personer per husholdning har blitt betydelig redusert. Oslo er det fylket i landet hvor flest personer bor alene, og antall personer per husholdning har sunket fra 2,7 i 1960 til 1,9 i 2011. Tilsvarende tall for Akershus er 3,2 og 2,4. (SSB, 2011d).

Det er her altså to faktorer som trekker i hver sin retning. Mindre boligstørrelse trekker i retning av redusert areal, men færre personer per bolig trekker i retning av flere boliger og økt areal. Vi vil derfor se hvordan nybyggingen har utviklet seg i forhold til antall innbyggere. Figur 9 viser utviklingen i nybyggingen (m²) målt per innbygger.

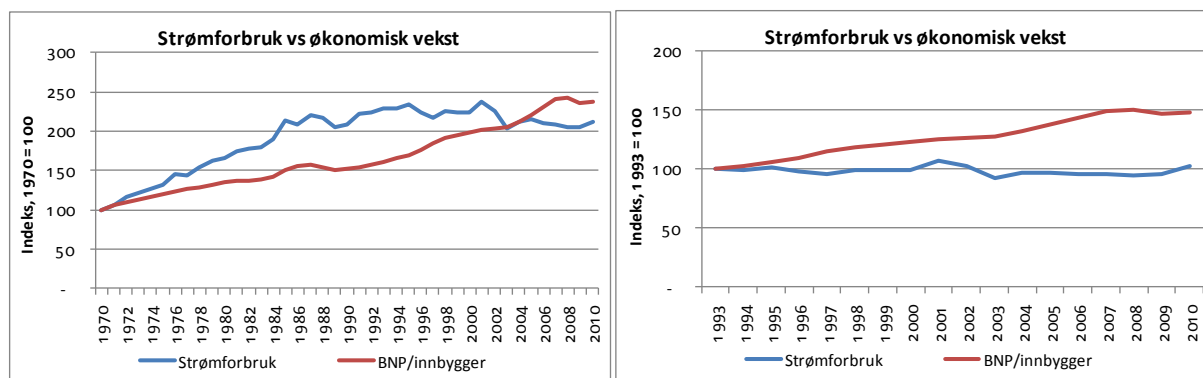


Figur 9 Nybygging av boliger, m² per innbygger i Oslo og Akershus i perioden 2000 – 2010. Kilde: (SSB, 2011b).

Som vi ser varierer tallene fra år til år, og foreløpige tall for 2011 tyder på at nybyggingen pr idag igjen er i kraftig vekst etter noen år med nedgang (SSB, 2011c). Gjennom møter med en rekke av kommunene i regionen er vårt inntrykk at det er et svært høyt fokus på fortetting rundt kollektivknutepunktene i kommunene. Dette betyr at en stor andel av det som bygges nytt fremover vil være leiligheter. Dette trekker i retning av en fortsatt reduksjon av boligstørrelsene. Hvordan antall personer per bolig utvikler seg vil være svært vanskelig å si noe om. Uansett er dette en region med kraftig vekst og det totale byggarealet vil vokse betydelig som en følge av dette. Selv om nybyggingen per innbygger kanskje holdes konstant, vil uansett det totale nybyggingsarealet stadig øke på grunn av befolkningsveksten.

3.2 Svekket sammenheng mellom økonomisk vekst og elektrisk energiforbruk

Figur 10 viser sammenhengen mellom økonomisk vekst, målt i BNP/innbygger, og forbruk av elektrisk energi per innbygger i Oslo i perioden 1970 – 2010 (venstre). Dataene er fremstilt på indeksform hvor 1970 er satt til 100. Frem til 1993 vokste forbruket raskere enn den økonomiske utviklingen. I 1993 ser det ut til å være et brudd i denne trenden. Fra 1993-2010 har energiforbruket økt med kun 2 % samtidig som BNP per innbygger vokste med hele 48 %.



Figur 10 Indeks av sammenheng mellom vekst i forbruket av elektrisk energi (kWh/innbygger) og økonomisk vekst (BNP/innbygger) i Oslo fra 1970-2010 (venstre) og 1993-2010 (høyre). Kilde: Statnett, Hafslund og (SSB, 2010a).

Den kraftige veksten i forbruket mellom 1970 og 1990 skyldes i følge Unander et al. (2004) i hovedsak den kraftige økonomiske veksten Norge opplevde i samme periode. Økonomisk vekst gjorde at det ble bygget stadig større boliger som trengte mer energi. Selv om det også i denne perioden skjedde en viss effektivisering av forbruket knyttet til oppvarming, økte kravene til komfort slik at det totale forbruket økte. Samtidig gav lave strømpriser svake insentiver til energieffektivisering. Etter 1990 endret dette bildet seg, og Norge hadde i denne perioden faktisk en høy grad av energieffektivisering sammenlignet med blant annet Sverige og Danmark (Unander, et al., 2004). Økt fokus på energikostnader og muligheter for energisparing samt en stagnering av boligstørrelser trekkes frem som mulige forklaringer.

Årsakene til dette trendbruddet i Oslo fra 1993 er antakelig sammensatte. Temperatur er en viktig forklaringsfaktor for forbruket av elektrisk energi i husholdninger. I følge SSB (SSB, 2011e) falt forbruket av elektrisk energi per husholdning med 11 % i perioden 1993 – 2010, og om lag 2 % - enheter av denne nedgangen skyldes høyere middeltemperaturer enn normalt i perioden. Det har også vært en klar økning i realprisen på strøm siden år 2000, med tre pristopper i 2003, 2006 og 2009. Det har også vært perioder med svært mye mediefokus på høye strømpriser. Dette har antakelig i større grad enn de høye strømprisene i seg selv forsterket bevisstheten rundt energisparing, og bidratt til ytterligere omlegging til andre energibærere. Økt tilknytning av nye bygg til fjernvarme kan også være en forklarende faktor, selv om fjernvarme til nå i stor grad har erstattet oljekjeler i eksisterende bygg.

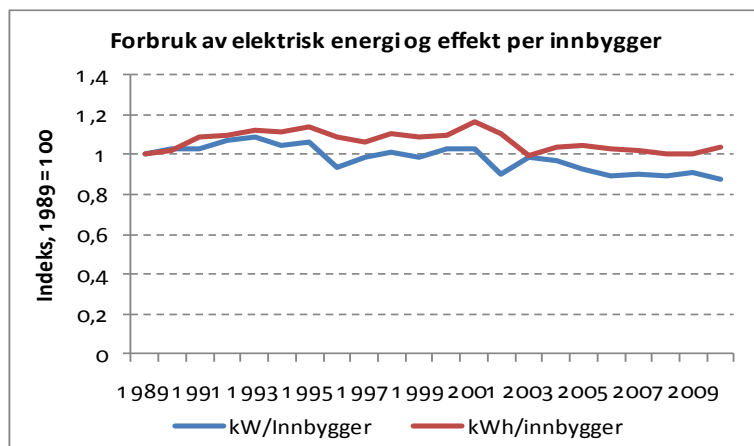
Den betydelige økningen i antall varmepumper, bedre isolerte bygg, mer energieffektivt teknisk utstyr etc. har resultert i at forholdet mellom energibruk i boliger og økonomisk vekst er svekket. Forhold som økt bruk av fritidsboliger med tilgang til elektrisitet vil fortsatt dra i retning av økt energiforbruk. Imidlertid kommer det stadig til nye energibruksvarer hvor energiforbruk fortsatt vil henge tett sammen med økonomisk vekst. Dette kan være for eksempel elektrisitet til luksusformål slik som kjøling om sommeren, varme i innkjørsel, svømmebasseng etc. Det er uvisst hvor stort markedet for dette er, og dermed hvilke utslag det vil kunne ha.

Ut fra resonnementene over virker det rimelig å anta at vi står ovenfor en avtagende effekt av økonomisk vekst på energibruk i bygg. Dette kan også forklares med at vi har passert et metningspunkt for blant annet areal og noen typer teknisk utstyr. SSBs statistikk for energibruk i husholdningene understøtter resonnementene ovenfor. Reduksjonen i energiforbruk (kWh/m²) er like stor for husholdninger med høye inntekter som for de med lave inntekter (SSB, 2010c). Faktisk

kan man i dag tenke seg at ytterligere økonomisk vekst også kan trekke i retning av redusert energiforbruk, ettersom man har råd til å investere i et mer energieffektivt bygg.

3.3 Redusert energibruk gir også redusert makseffekt

Som tidligere nevnt er det svært få forbrukere som tenker på hva de bruker av effekt, med mindre sikringen ryker. Både forbrukere og politikere tenker energi til daglig. En stor andel av det elektriske energiforbruket går til oppvarmingsformål. Denne delen av forbruket er svært avhengig av temperatur, på lik linje med effektforbruket. Hvis man gjør energieffektiviseringstiltak i et bygg slik at varmebehovet reduseres, vil samme tiltak sannsynligvis også redusere det maksimale effektforbruket med en minst like stor prosentandel som energiforbruket reduseres. Dette vises i Figur 11 hvor endringen i forbruket av effekt sammenlignes mot endringen i forbruket av elektrisk energi. Figuren er en indeks med 1989 satt lik 100 og gjelder for Oslo.



Figur 11 Endring i effektforbruk sett i sammenheng med endring i elektrisk energiforbruk i Oslo¹³. Kilde: (Hafslund, 2011).

Det ser ut til å være en relativt tett sammenheng mellom effekt og energi. Effektforbruket per innbygger har faktisk blitt redusert mer enn energiforbruket per innbygger i denne perioden. Dette viser med tydelighet at selv om enkelte energisparetiltak kan ha lav eller negativ påvirkning på effektforbruket¹⁴, vil det i hovedsak være en tett sammenheng mellom energisparing og effektsparing.

3.4 Virkemidler for energieffektivisering i bygg

Historisk sett har det vært lite fokus på energieffektivisering i Norge. Vi har hatt rikelig med kraftproduksjon og relativt lave strømpriser som har gitt svake økonomiske insentiver til å spare. Samtidig har vi hatt en kraftig økonomisk vekst som har gjort at en stadig mindre andel av inntekten går til strømregningen. I år 2000 ble det for første gang vedtatt et politisk mål om energieffektivisering i bygg. Konkrete tiltak ble ikke definert, men målet var at energieffektiviseringen skulle skje med en raskere takt enn om utviklingen ble overlatt til seg selv (Boasson, 2009). Siden den gang er det skjedd store endringer.

¹³ Effekttallene er temperaturkorrigerte, energitallene er det ikke. Det finnes ingen god metodikk for å temperaturkorrigere energiforbruket per i dag.

¹⁴ Nattsenking av panelovner er et typisk eksempel på et godt tiltak for å spare energi, men som faktisk kan øke effektforbruket totalt sett hvis alle ovner skrur på samtidig på morgenen.

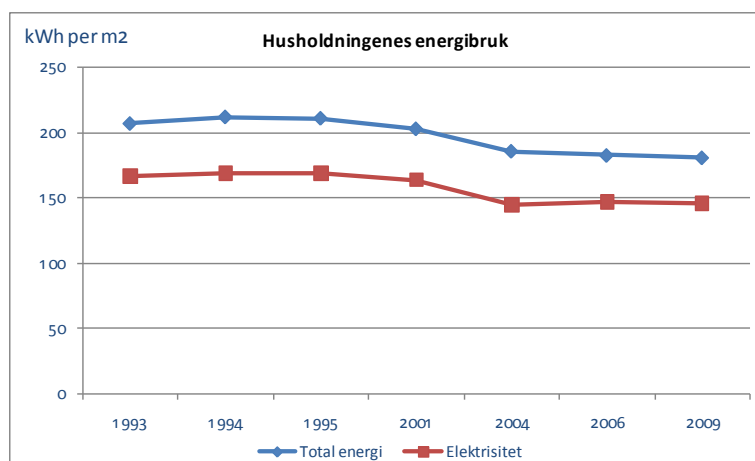
I 2004 vedtok Norge et EU-direktiv om bygningers energiytelse. Direktivet stiller som krav at medlemslandenes byggeforskrifter skal inneholde maksimumskrav til energibruk i nye og rehabiliterte bygg. Det kreves også at forskriftene oppgraderes hvert 5. år, og at alle bygg over 1 000 m² skal energimerkes.

Forskrift om energimerking¹⁵ av bygninger trådte i kraft 1. januar 2010, og er obligatorisk for nybygg og for alle som skal selge eller leie ut boliger eller yrkesbygg. Yrkesbygg over 1000 m² skal alltid ha gyldig energiattest. Energimerkeordningen er todelt med en energikarakter og en oppvarmingskarakter. Energikarakteren fastsettes på bakgrunn av beregnet levert energi til bygningen, mens oppvarmingskarakteren reflekterer hvor stor andel av oppvarmingsbehovet som dekkes av annet enn fossilt brensel og direkte elektrisitet. Hensikten med ordningen er at energieffektive bygg over tid skal bli mer attraktive i markedet, og oppnå bedre priser. Dette vil i så fall stimulere til økt fokus på energibruk i bygg. Det er imidlertid for tidlig å anslå hva som blir de faktiske effektene av denne forskriften.

De tekniske byggeforskriftene forvaltes av Kommunal- og regionaldepartementet (KRD) og inneholder detaljerte krav til hvor mye energi et bygg maksimum skal bruke til ulike formål. TEK 07 og TEK 10 har allerede strammet inn kravene for hvordan nye bygg skal utformes med tanke på behov for både energi og effekt. Alle disse forskriftene baserer seg på teoretiske beregninger av energiforbruk. Svakheten ved dette systemet er at det i dag ikke kreves noen dokumentasjon i ettertid på at bygget faktisk holder den beregnede energibruken i praksis. Det er derfor vanskelig å si om reduksjonen i energibruk i husholdninger vi har sett de siste årene skyldes forskriftene eller andre faktorer (Sintef, 2011).

Det kommer det til stadighet fortellinger om bygg som bruker langt mer energi enn forutsatt i de teoretiske beregningene. Dette er beskrevet mer i detalj i kapittel 3.7. Figur 12 viser at forbruket av både elektrisk energi og energi totalt (elektrisk energi, ved, olje, etc.), per m², har blitt redusert med omtrent 13 % fra 1993 til 2009. Det er altså forbruket av elektrisitet som har sunket mest, og dette forbruket ikke har blitt erstattet av andre energibærere.

¹⁵ Alle som skal selge eller leie ut bolig som er større enn 50 m², må etter 1. juli 2010 energimerke boligen og få en energiattest. Energimerke er en karakter bygget får ut fra a) hvor stor andel av energiforbruket som dekkes av fornybar energi og b) hvor energieffektivt bygget er. En energiattest er et bevis for at man har energimerket bygget, og er gyldig i 10 år (NVE, 2010b).



Figur 12 Husholdningers totale forbruk av energi og elektrisk energi per m² boligareal. Kilde: (SSB, 2010a).

Det er i dag et sterkt fokus på energieffektivisering i bygg, samtidig forventes en enda mer ambisiøs politikk på dette området fremover. Ut fra dette virker det derfor mer sannsynlig at den synkende trenden vil forsterkes enn at forbruket vil begynne å øke igjen (per m²).

3.5 Etterspørselen etter elektrisk energi svært lite prissensitiv

De fleste husholdninger og andre småkunder har i dag avregning av forbruket av elektrisk energi månedlig eller kvartalsvis. Det er kun en svært liten andel av disse forbrukerne som har timemåling¹⁶. Prisen de betaler er ofte en gjennomsnittlig pris over avregningsperioden. Denne type alminnelig forbruk har derfor tilnærmet ingen incentiver til å tilpasse forbruket etter prisvariasjoner innenfor en måned, selv om over 50 % av forbrukerne i dag har spotprisavtaler.

I følge SSB ser det ut til at forbruket av elektrisk energi i alminnelig forsyning de siste 15 årene blitt mindre prissensitivt enn før. Holstad & Pettersen (2011) analyserer sammenhengen mellom forbruk av elektrisk energi og månedlige prisdata, noe de fleste forbrukerne bør ha mulighet for å tilpasse seg. De finner at hvis strømprisen stiger med 10 %, reduseres forbruket med kun 0,5 %. Dette er gjennomsnittet for perioden 1996-2010 og viser at forbruket responderer svært lite på pris, også når vi ser på gjennomsnittlige månedspriser. Forskernes forklaring på dette er at mange ikke har alternative oppvarmingsmuligheter. Andelen elkjeler med oljereserve er redusert og andelen boliger med vedfyring i tillegg til elektrisk energi er redusert fra 50 % til 40 %. En annen forklaring som er trukket frem er også utbredelsen av varmepumper. På grunn av sin reduserte virkningsgrad når det er kaldt øker forbruket betydelig i de periodene hvor prisene faktisk er høye.

3.6 Varmepumpeeffekten

I følge SSBs husholdningsundersøkelse hadde 18,5 % av husholdningene installert varmepumper i 2009. For eneboliger var andelen på hele 33 %. Til sammenligning var det 8 % som hadde varmepumpe i 2006, og 4 % i 2004 (SSB, 2010b). Økt realpris på strøm etter år 2000 er trukket frem som en faktor som har gjort varmepumpeteknologien mer attraktiv. Teknologi- og prisutviklingen på varmepumper er antakelig en annen.

¹⁶ En årsak til at få har installert timemålere er at man avventer pålegg og endelige spesifikasjoner fra NVE, og årsaken til at timedata ikke brukes i avregningen er at kundeinformasjonssystemene ikke er tilrettelagt for dette og at det kan være begrensninger i mulighetene til å overføre store datamengder (Bye, et al., 2010).

Salget av varmepumper er i all hovedsak luft-luft varmepumper. Disse varmepumpene har lavere virkningsgrad i de kaldeste periodene enn i perioder med moderate temperaturer. De fleste varmepumpene fungerer godt ned til minus 10 grader. Etter dette avtar virkningsgraden raskt og ved minus 15-20 grader har varmepumpe i mange tilfeller lik virkningsgrad som en panelovn. En del av de som har kjøpt varmepumpene har erstattet oljefyring og vedfyring, noe som derfor har bidratt til økt elektrisk energi- og effektforbruk. For de som har erstattet panelovner, vil forbruket av elektrisk energi over året reduseres, men det maksimale effektbehovet den kaldeste vinterdagen være likt på grunn av redusert virkningsgrad. Alt i alt har antakelig varmepumper bidratt til et økt effektbehov de siste årene på grunn av disse faktorene. Som vi skal se i neste avsnitt har også endret brukeradferd ved kjøp av varmepumpe en reell påvirkning.

3.7 Faktisk energibruk ofte høyere enn forventet

Det er vanskelig å gjøre teoretiske beregninger på forhånd som stemmer helt overens med virkeligheten. Energibruken i bygg er ikke noe unntak i så måte, og det er flere faktorer som bidrar til det. Vi beskriver her noen av dem.

I følge Sintef finnes det per i dag ingen fullgod database som overvåker energibruken i et representativt utvalg av norske bygninger. Det nærmeste man kommer dette er i dag Enovas byggstatistikk. Datakvaliteten her er imidlertid variabel, både når det gjelder energitallene og arealtallene. Dessuten er ikke byggene i databasen representative for den eksisterende bygningsmassen (Sintef, 2011).

Årsakene til et høyere energiforbruk enn forventet i eksisterende bygningsmasse er sammensatte. En sterk lønnsvekst de siste tiårene har bidratt til at strømrregningen for de fleste er blitt en relativt liten utgiftspost. Den historisk sett lave strømprisen i Norge har også bidratt til et lavt bevissthetsnivå rundt energisparing. Andre faktorer som kan bidra vesentlig i enkelttilfeller er blokker og borettslag med fellesmåling. Insentivet til sparing blir langt mindre i slike tilfeller. Dette er spesielt utbredt for bygg med fjernvarme ettersom individuelle målere her vil være svært dyrt. Videre er det svært mange som leier eller leier ut boliger. I de tilfeller hvor utleier betaler strømrregningen har leietaker ingen insentiv til energisparing. I de tilfeller hvor leietaker betaler strømrregningen, har utleier svært svake insentiver til å gjøre energieffektiviseringstiltak. Når det bygges nye boliger er det vanlig at en utbygger tar på seg investeringskostnadene og sitter på eiendomsretten til boligene inntil de er solgt. I slike tilfeller vil utbygger ha insentiver til å minimere investeringskostnaden og kanskje droppe en del fordyrende energieffektiviseringstiltak, som ville betalt seg over tid. Kjøpere av boliger har tradisjonelt sett vært lite opptatt av energiytelsen til boliger, slik at den økte kostnaden ved energieffektiviseringstiltak ikke nødvendigvis blir fullt ut reflektert i salgsprisen.

SSB (2010a) viser at forbruket av elektrisitet i husholdninger som investerer i varmepumpe ikke nødvendigvis reduseres. For det første er det mange som reduserer bruk av ved eller olje fordi varmepumpe er mer lettvinnt, og siden elektrisk energi til oppvarming i praksis blir billigere. Rundt 55 % sier de bruker mindre ved enn før, mens rundt 7 % sier at de bruker mindre olje. Endring i adferd har også betydning. Omtrent 25 % sier de har økt innetemperaturen, mens 33 % sier at de varmer opp flere rom enn før. Om lag 25 % bruker varmepumpen til kjøling om sommeren. Svarene tyder på at mange ønsker å øke inneklimatet når de får seg varmepumpe. Effekten av at elektrisk energi til oppvarming teoretisk sett blir billigere når man får seg varmepumpe, bidrar trolig til dette.

Xrgia (2011a) har innhentet data og sammenlignet forventet og målt energibruk i lavenergi- og passivbygg i Norge, Sverige, Tyskland, Østerrike og Sveits. Hovedfunnet i rapporten er at det kun unntaksvis finnes informasjon om faktisk energibruk i passiv- og lavenergibygg. Dette gjelder både for elektrisitet og for fjernvarme. Funnene i rapporten tyder på store både positive og negative avvik, men i snitt brukte byggene mer energi enn forventet¹⁷. Det bør understrekes at dette er blant de første byggene i sitt slag som er bygget, og utbyggere og brukere her antakelig gjør lærdommer andre brukere kan dra nytte av i fremtiden. Samtidig er beboerne i disse byggene muligens mer enn vanlig opptatt av energibruk og følgelig bruker mindre energi enn en gjennomsnittlig forbruker. Sikker kunnskap er viktig for at en netteier skal kunne levere rett mengde energi til kunden på en kostnadseffektiv måte. Nettselskapene må levere etter faktisk forbruk, ikke etter hva det er beregnet at bygget skal bruke for å sikre god implementering av passivhusutbyggingen. For å få uttelling av fordelene med bygg som trenger lite effekt trengs det mer reelle, erfaringsbaserte tall.

¹⁷ Samtidig skal man huske på at passivbyggene har et svært lavt energibehov i utgangspunktet. Et avvik på 50 % i en enebolig på 100 m² utgjør ikke mer enn 4 150 kWh per år.

4 Hva vil være nytt?

Kort oppsummering: Vi gjennomgår her det vi mener vil være de viktigste nye driverne for forbruksutviklingen fremover. De nye tekniske forskriftene for energibruk i bygg som er ventet å komme har potensial til drastisk å redusere energiforbruket i nye og rehabiliterte bygg. Et viktig usikkerhetsmoment her er om den faktiske bruken av byggene vil gjøre at de bruker mer energi enn beregnet på forhånd. Av nytt forbruk virker elektriske personbiler og busser å være det mest nærliggende i denne regionen. Energibehovet til en slik elektrifisering vil være begrenset, men økningen i effektbehovet kan bli betydelig dersom hurtiglading blir utbredt. Landstrøm til skip og nettskyer er annet nytt forbruk som sannsynligvis vil etableres, men volumene vil sannsynligvis være begrensede. Mulighetene for regulerbar lokal kraftproduksjon i regionen er svært små med dagens teknologier. Elektrisk energi produsert fra solceller eller vindmøller vil ikke kunne kalkuleres med når man dimensjonerer nettet på grunn av den variable produksjonen. Med innføring av AMS og smartgrid kan man i fremtiden tenke seg å kunne styre forbruk bort fra toppplasttiden og på denne måten avlaste nettet. Det er i dag for tidlig å si noe om hvilken påvirkning denne teknologiutviklingen vil gi, men utviklingen bør følges nøye fremover.

4.1 Nye byggeforskrifter

Som beskrevet i kapittel 3.4 er det nå et sterkt fokus på energieffektivisering i bygg i EU-landene. Byggestandardene TEK 07 og TEK 10¹⁸ er allerede vedtatt som forskrifter i Norge. Energikravene i disse gir betydelige reduksjoner i bygningers energi- og effektbehov sett i forhold til situasjonen i dagens byggareal.

I Klimaforliket vedtok Stortinget "at erfaringene med passivhus skal følges opp, og at det skal vurderes å innføre krav om passivhusstandard for alle nybygg innen 2020". Direktivet om bygningers energibruk fra 2002 ble vedtatt i Norge i 2004, og dette følges opp blant annet gjennom energikrav i teknisk forskrift og ordningen for energimerking av bygg. EU har nå vedtatt en revidert utgave av direktivet om bygningers energibruk. Dette direktivet er en vesentlig skjerping av det første direktivet på flere punkter, og ble sendt på høring i Norge høsten 2010. OED vurderer nå om direktivet skal vedtas også i Norge. Ettersom det forrige direktivet ble gjennomført, virker det sannsynlig at også dette oppdaterte direktivet vil innføres i Norge. I forhold til direktivet fra 2002 inneholder det reviderte direktivet en rekke bestemmelser som er styrket eller utvidet(OED, 2011):

- Flere bestemmelser knyttet til energikrav i bygninger er styrket, videre omfattes også bygningselementer og tekniske systemer av energikrav. Direktivet krever at nye bygninger etter 31. desember 2020 er "nesten nullenergibygg", og det stilles i tillegg krav om utforming av en handlingsplan for å øke antallet slike bygninger.
- Det stilles egne energikrav til nye bygninger som eies og brukes av offentlige myndigheter.
- Flere bestemmelser om energimerking er skjerpet inn, bl.a. er minsteareal for plikten til synlig energiattest redusert og det stilles krav om uavhengig kontroll av energiattester og inspeksjonsrapporter.
- Direktivet krever jevnlig rapportering om flere av direktivets områder. Departementet har ikke vurdert i hvilken grad en gjennomføring av det nye direktivet vil innebære at en må omarbeide ordningene for energimerking av bygninger og inspeksjoner av tekniske anlegg i Norge.

¹⁸ I overgangsperiode fra 01.01.2010 har både TEK 07 og TEK 10 vært gjeldende, fra 01.07.2011 må man bygge etter TEK 10.

Det er vanskelig å si med sikkerhet når de nye tekniske byggeforskriftene introduseres, men at de vil innføres virker med dagens politiske fokus sannsynlig. Kommunal- og regionaldepartementet har også utarbeidet visjoner for hvordan energibruken i bygg skal utvikle seg etter at passivhusstandard er introdusert. "Nesten nullenergibygge", "Nullenergibygge" og "Plussbygg" er begreper som er introdusert. Slike bygg vil ikke trenge mindre energi enn et passivbygg, men forskjellen er at man produserer en andel av energibehovet selv lokalt på eller i nærheten av huset. Energimessig kan man tenke seg at dette lar seg gjennomføre med solcellepanel som genererer elektrisitet. Effektmessig virker dette per i dag vanskeligere. Man kan ikke i dag basere seg på at disse byggene vil kunne forsyne seg selv også den timen i året hvor forbruket er størst (den kaldeste vinterdagen). For effektrammene legger vi derfor til grunn at det laveste man kommer er passivhusstandard. Energirammene derimot, følger derimot fra KRDs visjoner vist i Tabell 3.

Tabell 3 Definisjon av ulike ambisjonsnivåer for energibruk (levert/tilført energi). Kilde: (KRD, 2010a).

Nivå	Beskrivelse	Yrkesbygg	Boliger
ε	Snitt for eksisterende bygg	283 kWh/m²år	201 kWh/m²år
Δ	Estimert energibruk etter konvensjonell rehabilitering	215 kWh/m²år	160 kWh/m²år
γ	Dagens forskriftsnivå (TEK10)	150 kWh/m²år	120 kWh/m²år
B	Lavenerginivå i henhold til NS 3700 og NS 3701.	115 kWh/m²år	95 kWh/m²år
α	Passivhusnivå i henhold til NS 3700 og NS 3701.	80 kWh/m²år	70 kWh/m²år
α+	«Nesten nullenerginivå» i henhold til revidert bygningsenergidirektiv. Som her er tolket til å tilsvare passivhus der en betydelig andel av varmebehovet er dekket med lokal fornybar energi.	60 kWh/m²år	55 kWh/m²år
α++	Et nivå bedre enn α+, der også en betydelig del av elektrisitetsbehovet dekkes av lokal fornybar energi (sol, vind, mv.).	30 kWh/m²år	30 kWh/m²år
α+++	Nullenerginivå der byggets energibehov er likt eller lavere enn fornybar energi produsert på eller i nærheten av bygget.	0 kWh/m²år	0 kWh/m²år

4.2 Nye forbruksgrupper

4.2.1 Elektrisk transport

Transportsektoren står for 1/3 av Norges klimagassutslipp, og drivkreftene for å finne nye alternative brensler vil være store hvis fokuset på klima og fornybar energi fortsetter. Energimessig vil selv ikke en storskala elektrifisering av bilparken i Oslo og Akershus være et problem. Anslagsvis vil elektrifisering av denne bilparken utgjøre et energiforbruk på 1,3 TWh. Det som er viktig er imidlertid hvordan ladingen av batteriene foregår. Det vil være stor forskjell i betydningen for overføringsnettene om man lader over flere timer på natten eller hurtiglader på dagen når det allerede er presset kapasitet i overføringsnettene.

Teknologier for hurtiglading er i rask utvikling. Transnova gir i dag investeringsstøtte¹⁹ og regionens første hurtigladestasjoner ble installert sommeren 2011(Proxll, 2011). Til å begynne med vil slik lading være gratis på grunn av støtteordninger. Over tid er det imidlertid sannsynlig at hurtiglading vil ha en

¹⁹ Med "hurtig" menes i dag at man kan lade batteriet fra 0 opp til 80 % kapasitet på 15 – 30 minutter (Transnova, 2011).

pris, og at det vil koste mer enn å lade bilen hjemme over natten. Det virker sannsynlig at netteiere vil prise effekten i nettet på en slik måte at hurtiglading i liten grad vil forekomme i topplasttiden.

Personbiler

Elbiler seiler i dag opp som et reelt alternativ til bensinbiler, og salget er mangedoblet de siste årene. Maksimal kjørelengde per lading, ladetid og kostnader knyttet til batteripakkene er i dag de største barrierene. Grønn Bil har en målsetting om minimum 200 000 ladbare biler i Norge innen 2020 (Grønn bil, 2010). EU har som mål å halvere antall bensin/diesel-biler innen 2030, og bli kvitt alle innen 2050 (EU Commision, 2011). EU vil forby diesel/bensin-biler i byer innen 2050²⁰. Dette er en såpass viktig faktor at vi inkluderer ulike scenarioer for utbredelse av elektriske personbiler i prognosene.

Etterspørselen etter hurtiglading vil avhenge av mange faktorer som for eksempel ladetid, pris, kjøremønster og batterikapasitet. Ernst&Young (2010) gjennomførte en spørreundersøkelse blant 4 000 bileiere i USA, Europa, Kina og Japan. Blant respondentene hadde 92 % gjennomsnittlig daglig kjørelende på mindre enn 50 km, og 78 % hadde mindre enn 30 km. En svært stor andel av kjøreturene er altså lavere enn rekkevidden på en elbil. Resultatene er antakelig til en viss grad overførbare til norske forhold, og dette vil bidra til å begrense behovet for hurtiglading.

Kollektivtransport

Selv om myndighetene så langt i hovedsak har satset på biodrivstoff i kollektivtrafikken, kan det tenkes at elektrisitetsdrevne busser vil bli mer aktuelt i fremtiden. Antall kollektivreisende vil i følge Ruter trolig doubles til 2030. T-banekapasiteten planlegges doblet, så denne vil ta unna en god del av veksten. Dette vil dermed også doble forbruket av elektrisk energi og effekt. Energiforbruket til T-bane var i 2010 på 72 GWh. Energiforbruket til trikk var i 2010 på om lag 23 GWh (Ruter, 2011).

En betydelig andel må håndteres av økt busstransport. Det er i dag forsøk med hydrogenbusser i Oslo, men dette er per i dag svært dyrt og må passere betydelige barrierer for å bli en fremtidsløsning. Fra 2015 vil Volvo levere elbusser som kan hurtiglades på 6 minutter på en endeholdeplass. Batteriet er antatt å holde 20 km, noe som vil være tilstrekkelig for de fleste bybusser. I følge Ruter er det sannsynlig at alle bybusser kan være elektrifisert innen 2050. Det finnes pt el-busser i bruk i Japan og Kina, samt trolleybuss med batterier blant annet i Roma. Energiforbruket til busser i dag er 290 GWh (diesel, 0,31 kWh/km) (Ruter, 2011). Hvis vi antar at 50 % av dette er til bybusser, og behovet for bybusser doubles i 2050 vil en elektrifisering av dette kreve om lag 140 GWh elektrisk energi per år (0,13 kWh/km). Hvis vi antar en brukstid på 300 dager, 6 minutters ladetid og at 10 % av ladingen skjer i topplasttiden, vil dette kunne gi et økt effektforbruk på 47 MW i 2050.

Lastebiler

Lastebiler benyttes til godstransport og vil ha behov for elbatterier med høyere energitetthet enn personbiler. Det virker per i dag ikke sannsynlig med eldrevne lastebiler for annet enn lokaltransport i byer. Andre alternativer som bioetanol og biogass ser i dag ut til å være mer aktuelle alternativer.

²⁰ Se: <http://www.telegraph.co.uk/news/worldnews/europe/eu/8411336/EU-to-ban-cars-from-cities-by-2050.html>

4.2.2 Landstrøm til skip

Skipsfarten står overfor en innskjerping av EU-regelverket som gjelder luftforurensning, og EU oppfordrer til bruk av landstrøm for å redusere lokale og globale utslipp til luft. Skip ved kai benytter i dag hjelpemotorer med betydelige utslipp for å produsere elektrisk energi til blant annet varme, kjøling og belysning. Tabellen under viser at de kjente planene per i dag vil gi små endringer i den totale etterspørselen.

Tabell 4 Effekt- og energibehov for landstrøm til skip. Kilde: Basert på henvendelser til Hafslund.

Havn	Effektbehov (MW)	Energibehov (MWh)	Introduksjonsår (Anslag)
Vippetangen	4	10 220	2015
Hjortnes	4	5 110	2011
Akershuskaia	11	7 392	2020
Rivierkaia	11	7 392	2020

4.2.3 Nettskyer og serverparker

I en verden hvor stadig mer digitaliseres, blir det en økende mengde data som må lagres og prosesseres. Dette krever både elektrisitet og fysisk plass. Norge anses som en attraktiv lokalisering på grunn av god tilgang på kortreist og fornybar elektrisitet, kaldt klima, høy forsyningssikkerhet og politisk stabilitet. Hafslund får i dag stadig forespørsler fra markedsaktører om dette. Foreløpig er ingen av de store planene realisert, men slike prosjekter kan gi betydelig lokalt effektforbruk. I flere tilfeller er det henvendelser om prosjekter som vil kunne trenge inntil 100 MW per lokasjon. Dette vil som oftest betinge nytt regionalnett og kanskje også forsterkning av nedtransformeringen fra sentralnettet. Slike datasentre har stor fordel av god tilgang på rimelig kjøling, og lokasjoner blant annet langs Glomma kan derfor være aktuelle.

4.2.1 Elektrifisering av termisk sektor (varmemarkedet)

I et scenario med lave priser på elektrisitet i kortere eller lengre perioder, kan man tenke seg at varmemarkedet²¹ vil kunne øke sitt forbruk av elektrisk energi.

Elkjeler har lave investeringskostnader og svært kort start- og stopptid. Elkjeler er derfor svært fleksible og vil kunne øke strømforbruket selv i korte perioder med lave priser. Det vil antakelig i slike tilfeller være snakk om utkoblbare kjeler. Disse kobles ut når det begynner å bli begrenset plass i nettet og vil følgelig ikke virke dimensjonerende for nettet.

I et scenario med vedvarende lave elpriser vil varmepumper kunne være konkurransedyktige mot en rekke brenselsteknologier i varmesektoren. Dette vil kunne øke etterspørselen etter elektrisitet i lengre tidsperioder. De mest aktuelle kundegruppene er fjernvarme og industri. Industri har jevnt forbruk over året, mens forbruket til de fleste fjernvarmekundene følger utetemperaturen. Bufferevnen i selve distribusjonssystemet samt i eventuelle akkumulatortanker gir likevel mulighet til å flytte forbruk over døgnet. Økt forbruk av elektrisitet i disse sektorene kan imidlertid føre til et økt behov for både elektrisk energi og effekt i fremtiden hvis brenselsprisene utvikler seg til fordel for elektrisk energi. Ettersom en god del av forbruket i varmesektoren er eller kan bli fleksibelt, kan man

²¹ Fjernvarme, prosessvarme og lokal oppvarming.

på sikt også se for seg at varmemarkedet kan yte fleksibilitet til systemet i høylastperioder og på denne måten avlaste nettet. Det er imidlertid utenfor rammene av dette prosjektet å studere dette i mer detalj.

4.3 Skifte av energibærere til oppvarming over tid

Direkte reguleringer (lover og forskrifter), avgifter, subsidier og markedsutviklingen i teknologimarkedet og brenselmarkedene er eksterne faktorer som vil påvirke valget av oppvarmingsløsninger fremover i tid.

Varmeløsninger i nye bygg vil ha en kortere brukstid enn i dag på grunn av bedre isolering av bygningene. Dette vil favorisere teknologier med lave investeringskostnader, og representerer en betydelig utfordring for teknologier basert på vannbårne systemer. Det er foreløpig uklart hva som er de beste varmeløsningene i fremtidens bygg. Dagens varmeløsninger er bygget for andre brukstider og andre bruksmønstre, og vil antakelig måtte videreutvikles for å være konkurransedyktige i fremtiden (Xrgia, 2011b).

I 2010 vedtok Kommunal og regionaldepartementet (KRD, 2010b):

- Oljekjel: nyinvesteringer ikke tillatt (reinvesteringer tillatt hvis bygget ikke rehabiliteres)
- Gass- og elkjel: ikke tillatt som grunnlast i nye eller rehabiliterte bygg større enn 500 m²

Dette snevrer inn antall teknologier som kan tenkes å konkurrere om varmemarkedet fremover i tid.

4.4 Nye teknologier for lokal kraftproduksjon

For at lokal kraftproduksjon skal kunne tas hensyn til når man planlegger og bygger ut nettet, må produksjonen være regulerbar. Man må altså kunne kalkulere med at denne produksjonsenheten med en høy sannsynlighet kan levere elektrisk energi den timen i året når etterspørselen er høyest.

Vindkraftparker er per i dag utredet i enkelte Akershus-kommuner. Produksjon av elektrisk energi med solcellepaneler kommer nå for fullt i Europa som følge av gode støtteordninger. Fellesnevneren for disse produksjonsmåtene er at de er stokastiske – de produserer elektrisk energi når været tillater det. For energiproduksjonen over året er ikke dette kritisk. I dag er markedet såpass fleksibelt at det "alltid" er plass til elektrisiteten som produseres, og det er andre produksjonskilder som kan dekke etterspørselen de dagene det ikke blåser eller er sol. Når man ser på effektbehovet i nettet er det mer problematisk. Man kan ikke kalkulere med at det er sol og/eller blåser på den kaldeste vinterdagen når alle trenger elektrisk energi som mest. Nettet må derfor dimensjoneres som om disse teknologiene ikke produserer. I et 2050-perspektiv kan man tenke seg at det er utviklet for eksempel batteriteknologier som kan lagre energi og effekt til de timene hvor det behov for den i nettet. Per i dag er det så vidt oss bekjent ingen storskala eksempler på slik teknologi som er kommersialisert, og vi velger derfor å ikke ta dette videre med i betraktning.

Elvekraft kan være både en stokastisk og en delvis regulerbar produksjonskilde, avhengig av om det bygges demning ved anlegget. Det er vanlig å kunne dimensjonere nettet etter den statistisk laveste vannføring i elva siste 10 år i den kaldeste årstiden. Potensialet for videre utbygging i området er imidlertid ansett for å være svært lavt.

Innen 2050 kan det ha skjedd kvantesprang innen teknologiutvikling. Et eksempel kan være at vi har geotermisk produksjon av elektrisk energi i Osloområdet som vi vet er svært godt egnet på grunn av

de termiske strukturene i berggrunnen i regionen. Per i dag er imidlertid dette en teknologi som ligger langt frem, og som man vanskelig kan inkludere og kvantifisere i disse prognosene.

4.5 AMS²² og smartgrid²³ kan gi en mer dynamisk forbruksside

Strømmåleren er i mange hjem blant de eldste tingene man har, noe som understreker det lave fokuset på sluttbrukerleddet etter at kraftmarkedet ble etablert. Med innføring av AMS vil alle hjem få strømmålere med toveiskommunikasjon. Dette gir nye muligheter for å overføre pris- og styringssignaler til sluttbrukerne både gjennom kraftprisen og dynamiske nett-tariffer. Samtidig kan det gi muligheten for nettselskaper eller kraftselskaper til å innente langt mer detaljerte forbruksdata enn i dag.

Dette teknologiske skiftet vil åpne for flere nye tjenester og markedsmuligheter. En mer fleksibel etterspørselsside vil kanskje ikke redusere energiforbruket, men kan styre mer forbruk enn i dag unna toppplasttiden og på den måten redusere makseffekten i nettet. I dag er det imidlertid relativt lave prisforskjeller mellom dag og natt i Norge, slik at de økonomiske insentivene til å flytte forbruk er begrensede. Statnett har igangsatt et prosjekt der en undersøker hva potensialet er innen laststyring for å dempe makseffekten.

²² Automatiske Måler System er en ny type strømmåler som skal installeres i alle norske hjem innen 2018, med automatisk avlesning minimum hver time.

²³ Smart Grid er en felles betegnelse for den moderniseringen som nå skal skje innen energisektoren og innbefatter blant annet toveiskommunikasjon fra produksjon til forbruk, instrumentering, større grad av fjernstyring i strømnettet og nye avanserte IT systemer. Målsetningen er å tilrettelegge for bruk av fornybar energi, distribuert produksjon, og mer effektiv bruk av energi og overføringsnett (Smartgrid Norway, 2011).

5 Metode og data

Kort oppsummert: Her beskrives kort den metodiske tilnærmingen og datagrunnlaget bak analysene, se vedlegg 12.1 for detaljer. Arealfremskrivingene omfatter alt areal som er antatt å ha oppvarmingsbehov, og gjøres per kommune. Det er tatt utgangspunkt i Matrikkelen, som er Norges mest komplette bygningsregister. Rater for rehabilitering og riving defineres som en konstant prosentsats. Nybygging estimeres per kommune og er koblet til befolkningsutvikling. Hovedtrekkene er som følger:

- 1) Byggarealet med oppvarmingsbehov øker i middelsscenarioet med 32 %, fra om lag 71 mill m² i 2010, til om lag 94 mill m² i 2030.
- 2) I 2020 er om lag 55 % av bygningsmassen eksisterende bygg som ikke er rehabilitert. I 2030 er det under 30 % av dagens bygningsmasse som ikke har blitt rehabilitert eller revet. Virkemidler rettet mot nye og rehabiliterte bygg vil derfor ha en iboende treghet.
- 3) Den største usikkerheten i resultatene er kvaliteten på data fra Matrikkelen som utgjør startpunktet for fremskrivingene. Dataene er relativt gode for boliger, men for næringsbygg er det betydelige mangler i registeret og korreksjoner av eksisterende areal er foretatt. Det er også usikkerhet knyttet til utviklingen i ratene for nybygging, rehabilitering og riving.

Energi- og effektforbruket er et produkt av totalt areal og spesifikt energi- og effektbehov. Det spesifikke energiforbruket er igjen et resultat av kvaliteten på, og bruken av byggene. I modellene er dette operasjonalisert i form av utvikling i eksisterende og fremtidige forventede energi- og effektrammer. Hovedtrekkene er som følger:

- 1) Energirammene strammes inn og det spesifikke energi- og effektbehovet synker kraftig for alle byggetyper. Spesifikt gjennomsnittlig energi- og effektforbruk for småhus i 2010 er om lag 140 kWh/m² og 70 Watt/m², mens det i et passivhus skal være 80 kWh/m² og 30 Watt/m².
- 2) Forbrukernes adferd er en svært viktig faktor for hvordan energiforbruket faktisk vil utvikle seg i forhold til de forutsatte energirammene, og det vil simuleres på økt bruk av både energi og effekt i alle scenarioene.

Konkurranseanalysen er en kostnadsminimerende modell som velger rimeligste oppvarmingsløsning. Kun nytt og rehabilitert areal med vannbåren varme inkluderes, og det er volumet til grunnlast det konkurreres om. Andel bygg med vannbåren varme behandles som en variabel ettersom data ikke finnes. Kostnadsdata er basert på Enovas kostnadsdatabase for realiserte prosjekter.

Energi- og effektforbruk i bygg utgjør en svært stor andel av det samlede forbruket i regionen, og hovedfokus på analysen er derfor lagt her. Forbruk i industrien behandles separat. Vi antar at forbruket i industrien holdes konstant på 2009- nivå, og dermed at eventuelle effektiviseringsgevinster tas ut i økt produksjon. Energi- og effektforbruk til elektriske personbiler modelleres per kommune. Antall biler fremskrives, og det simuleres på hvor stor andel av bilparken som vil bli elbiler, samt ulike lademønstre.

For energibruk i bygg er de to viktigste etterspørselsdriverne her utviklingen i byggareal (som en konsekvens av befolkningsvekst) og energikrav i fremtidige byggeforskrifter. All modellering skjer på kommunenivå. Etterspørsel etter energi modelleres med en bottom-up modell, og analysene gjennomføres i tre trinn på kommunenivå:

- 1) Fremskrivning av byggareal
- 2) Beregning av energi- og effektforbruk
- 3) Konkurransanalyse for å bestemme hvilken teknologi som dekker oppvarmingsbehovet

Energi- og effektforbruket baseres på fremskrevet bygningsareal og definerte energirammer. Energi- og effektrammer er teoretiske beregninger av bygningers forventede energibehov til ulike formål, og oppgis i hhv kWh/m² og Watt/m². I tillegg til de bestemte energirammene gjøres eksplisitte antakelser om hvordan dette slår ut i praksis. Den delen av energi- og effektbehovet som dekker oppvarming, kan leveres av flere typer oppvarmingsteknologier, som panelovn, varmepumpe, fliskjel, fjernvarme etc. Vi har etablert en konkurransanalyse hvor den rimeligste av de aktuelle teknologiene velges.

5.1 Fremskrevet byggareal

5.1.1 Resultater

Fremskrivning av bygningsareal gjøres per kommune og næringssektor frem til 2050.

Befolkningsutvikling er en svært viktig driver for nybygging, både av boliger og næringsbygg.

Koblingen mot befolkningsutvikling gir oss muligheten til å gjøre mer realistiske fremskrivninger som tar høyde for veksten for den enkelte kommune. Informasjon om eksisterende bygningsmasse er hentet fra Matrikkelen²⁴.

Næringssammensetningen i kommunene endres over tid, og fremskrivingene av byggareal differensierer på bygg innenfor ulike sektorer. Boliger og bygg benyttet til tjenesteyting, skole og undervisning har en tett sammenheng med befolkning. Øvrige næringsbygg er ikke direkte knyttet til befolkningsutvikling.

Rivnings- og rehabiliteringsratene defineres som en konstant prosent av beholdningen av bygningsmassen, i tråd med i Xrgias arbeid med Klimakur2020 (Xrgia, 2009) og Potensialstudien (Xrgia, 2011b), og Lavenergiutvalget (Lavenergiutvalget, 2009). For husholdningsbygg er det benyttet en årlig rehabiliteringsrate²⁵ på 2,0 % og en årlig rivingsrate på 0,5 %. For øvrige bygg benyttes en årlig rehabiliteringsrate på 2,5 % og en årlig rivingsrate på 1,0 %.

Tabell 5 viser estimert utvikling i befolkning og totalt byggareal per kommune fra 2010 til 2030.

²⁴ Matrikkelen er landets offisielle eiendomsregister og skal inneholde data om alle norske bygg. Statens kartverk er ansvarlig for forvaltning av matrikkelen. Kommunene har ansvar for oppdatering av matrikkelen.

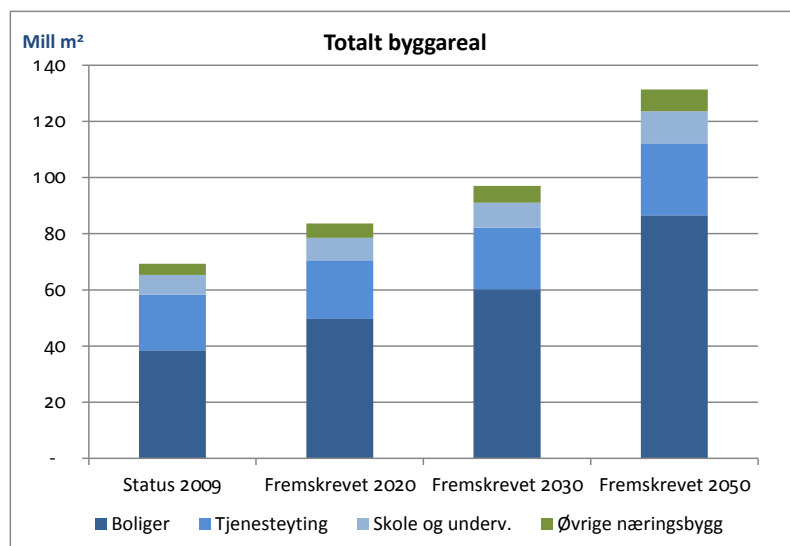
²⁵ En rehabilitering kan i prinsippet være alt fra totalreovering av boligen, til å gjøre enkle tiltak for å etterisolere boligen. Hvordan man definerer "en rehabilitering" vil derfor ha stor innvirkning på hvilken rehabiliteringsrate som virker rimelig å anta. I denne analysen defineres rehabilitering som en lite omfattende rehabilitering, og raten er derfor lagt relativt høyt.

Tabell 5 Utvikling i befolkning og totalt areal per kommune fra 2010 til 2030. Kilde: (SSB, 2010a)(SSB, 2011), Prosjektets beregninger.²⁶

Kommune	Befolkning 2010	Befolkning 2030	Vekst	Areal 2010	Areal 2030	Vekst
Navn	Antall	Antall	%	1000 m ²	1000 m ²	%
Vestby	14 373	20 334	41 %	910	1 279	40 %
Ski	28 023	35 361	26 %	1 701	2 158	27 %
Ås	16 386	26 592	62 %	1 340	2 195	64 %
Frogn	14 622	19 478	33 %	900	1 184	32 %
Nesodden	17 348	22 878	32 %	986	1 328	35 %
Oppegård	24 882	31 644	27 %	1 325	1 670	26 %
Bærum	111 213	144 541	30 %	7 058	9 400	33 %
Asker	54 623	73 531	35 %	3 644	4 939	36 %
Aurskog-Høland	14 294	19 757	38 %	783	1 073	37 %
Sørums	15 369	27 234	77 %	826	1 411	71 %
Fet	10 238	13 702	34 %	511	681	33 %
Rælingen	15 591	20 345	30 %	662	859	30 %
Enebakk	10 176	14 214	40 %	490	702	43 %
Lørenskog	32 730	42 272	29 %	1 909	2 527	32 %
Skedsmo	47 723	73 811	55 %	3 183	4 736	49 %
Nittedal	20 939	27 751	33 %	1 071	1 416	32 %
Gjerdrum	5 821	8 636	48 %	272	414	52 %
Ullensaker	29 088	47 791	64 %	2 301	3 806	65 %
Nes (Ak.)	18 827	23 140	23 %	978	1 180	21 %
Eidsvoll	20 689	28 771	39 %	1 072	1 470	37 %
Nannestad	10 927	14 234	30 %	535	725	35 %
Hurdal	2 617	2 768	6 %	175	185	6 %
Oslo	586 860	765 649	30 %	38 884	50 119	29 %
Totalt	1 123 359	1 504 434	34 %	71 515	95 457	33 %

Det aggregerte arealet totalt for alle sektorer er beregnet til å øke med 33 % i perioden 2010 til 2030 i basiscase. Denne økningen i bygningsmassen trekker i retning av økt energi- og effektforbruk. Figur 13 viser fremskrevet totalt byggareal fordelt på sektorer i 2020 og 2030 sammenlignet med utgangspunktet i 2008.

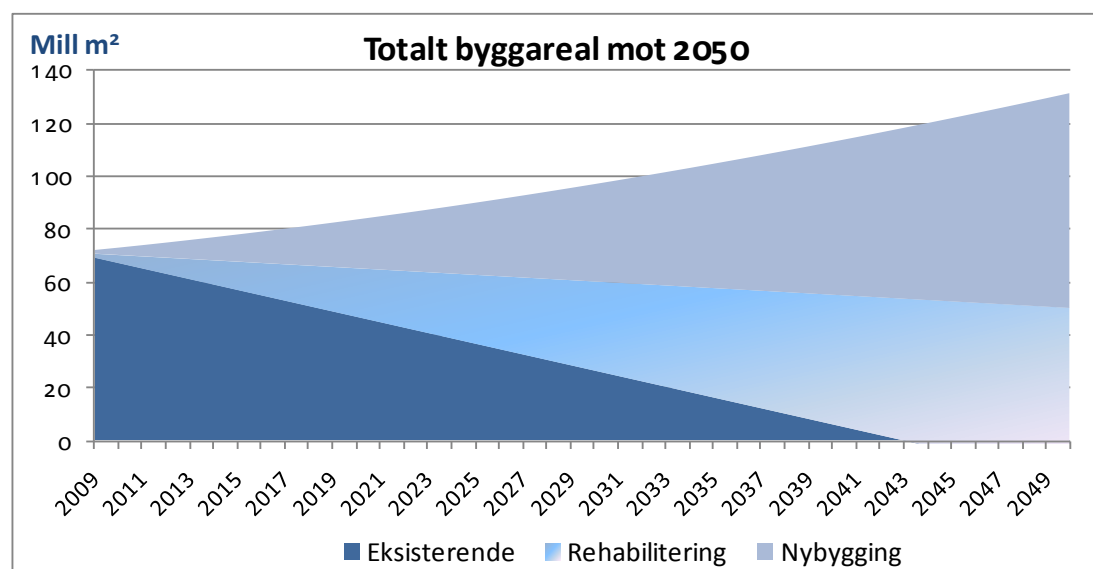
²⁶ I alle kommuner er det forskjeller mellom vekst i areal og befolkning og forskjellene går i begge retninger. Dette har to forklaringer. For det første gir forskjeller i byggsammensetningen mellom kommunene ulik utvikling ettersom ulike byggtypen har varierende grad av sammenheng med befolkningsutvikling. En annen viktig faktor er at gjennomsnittlig byggstørrelse varierer stort mellom kommunene.



Figur 13 Utvikling i total boligmasse og fordeling på segmenter fra 2009 til 2050. Kilde: (Matrikkelen, 2011), Prosjektets beregninger.

Den relative andelen pr byggtipe er tilnærmet lik gjennom perioden og boliger utgjør om lag 55 % av bygningsmassen. Tjenesteyting og skole- og undervisningsbygg utgjør hhv om lag 30 % og 10 % av total bygningsmasse, mens øvrige næringsbygg utgjør om lag 5 %.

En svært viktig faktor for å bestemme energibehovet i bygg, er alderen på bygget. Dette vil også være en viktig faktor for å forutse effekten av ulike virkemidler som implementeres i byggsektoren. Figur 14 viser en prognose for utviklingen i totalt byggareal, samt fordelingen mellom eksisterende, rehabilitert og ny bygningsmasse.



Figur 14 Prognose for utvikling i totalt byggareal fordelt på byggstatus fra 2009-2050.

I 2020 vil 23 % av den totale bygningsmassen være rehabilitert, mot nesten 40 % i 2030. Andelen nybygg (bygget etter 2010) øker fra 20 % i 2020 til 35 % i 2030. Konsekvensen av dette er at virkemidler som retter seg mot nye og rehabiliterte bygg vil bruke lang tid på å oppnå full effekt.

5.1.2 Usikkerhet

Utgangspunktet for fremskrivingene (2009) er data om eksisterende bygningsmasse fra Matrikkelen, Norges mest komplette bygningsregister. En god del bygg rapporteres ikke inn i registeret, særlig nærings- og industribygg, slik at datagrunnlaget er mangelfullt. For boliger skal rapporteringen og datakvaliteten være god. Grunnlagsdataene er derfor sammenlignet og kalibrert mot energibruksstatistikken til SSB og elektrisitetsstatistikken til NVE fra 2009, for å få et best mulig grunnlag å gjøre fremskrivingene på. Dette utgjør et usikkerhetsmoment i nivået på fremskrivingene, spesielt på kommunenivå. Feilen på fylkesnivå vil være langt mindre på grunn av kalibreringene som er gjort.

Størrelsen på bygg er en viktig faktor for hvilken teknologi som er den mest kostnadseffektive. Vi har antatt at dagens størrelsesfordeling av bygg holdes konstant frem i tid, og dagens størrelsesfordeling er beregnet per kommune og sektor ut fra data i Matrikkelen. Ettersom det er usikkerhet rundt datakvaliteten i Matrikkelen, er også størrelsesfordelingen usikker. Hvis det ikke er noen systematikk i rapporteringsfeilene (annet enn sektor) vil imidlertid feilen bli mindre, men vi har ikke tilgang til studier eller annen informasjon som kan bekrefte dette. Et annet usikkerhetsmoment er knyttet til de demografiske endringene. Når folk flytter fra en landkommune til en bykommune reduseres gjerne boligarealet. Slike endringer blir fanget opp av modellen. Hvis det imidlertid skjer en sentralisering internt i en kommune fra utkantstrøk til tettsted, med en reduksjon i boareal som konsekvens, vil ikke dette fanges opp av modellen. Denne feilkilden vil dra i retning av et redusert areal i nye bygg.

Nybyggingstakten er basert på gjennomsnittlig nybygging per kommune fra 2000 til 2010, i tillegg til et variabelt ledd koblet mot befolkningsendring i kommunen. For enkelte kommuner har nybyggingen i perioden 2000-2010 vært unormalt lav, for andre unormalt høy. Utgangsdataene for enkelte kommuner er derfor kalibrert slik at utviklingen i total boligmasse følger omtrent befolkningsutviklingen. Det vil selvfølgelig være usikkerhet knyttet til om disse sammenhengene vil forholde seg på samme måte i fremtiden. Videre vil det også være usikkerhet rundt SSB sine befolkningsprognoser. Rivings- og rehabiliteringsratene er viktige faktorer for både utviklingen i totalt areal og bygningssammensetningen. Usikkerheten rundt disse ratene er betydelig, og det finnes lite data på dette området. Raten for nybygging og rehabilitering endres i de ulike scenarioene.

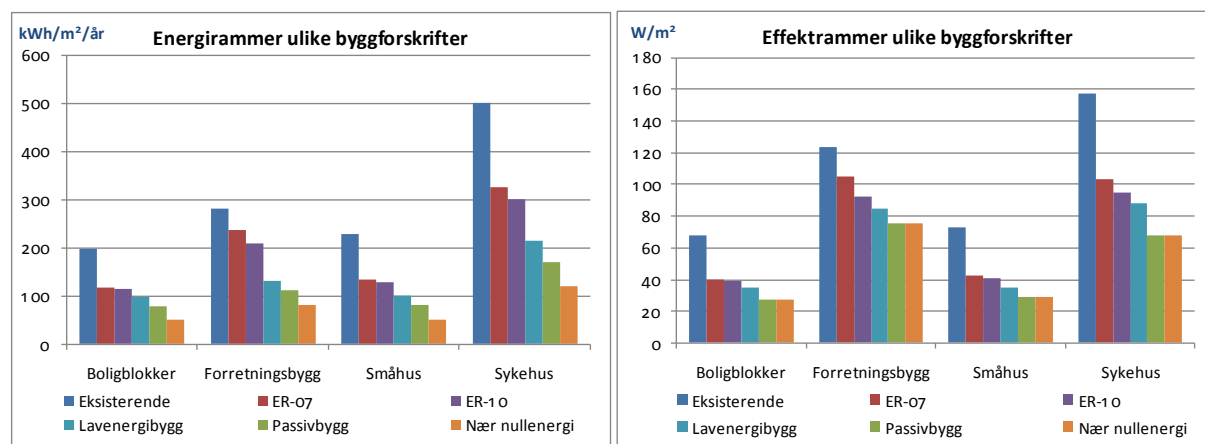
5.2 Energi- og effektbehov i bygg

Energi- og effektrammer er et uttrykk for ulike bygningstypers forventede energibehov til ulike formål, og oppgis i hhv kWh/m² og Watt/m².

Det er etablert et sett energirammer (ER) som omfatter ulike bygningstyper. Energirammene er også differensiert etter byggstatus, altså om det gjelder eksisterende bygg, nybygg eller rehabilitering. Energi- og effektrammer er teoretiske beregninger av bygningers forventede energibehov til ulike formål. Rammene etableres for 13 ulike byggtyper og 8 ulike energiformål. I tillegg til de bestemte energirammene gjøres eksplisitte antakelser om hvordan dette slår ut i praksis. Erfaringen til nå er at de bruker mer energi enn forventet, både på grunn av annen bruk enn det var planlagt for, og feil gjort under planlegging og bygging (Xrgia, 2011a). Innføringen av byggforskrifter gir kun endret energi- og effektforbruk i nye og rehabiliterte bygg, ikke eksisterende. Det vil også pågå noe energieffektivisering i eksisterende bygg, men virkningene av dette vil variere og vi antar at gevinsten tas ut i økt inneklima fremfor redusert energibruk.

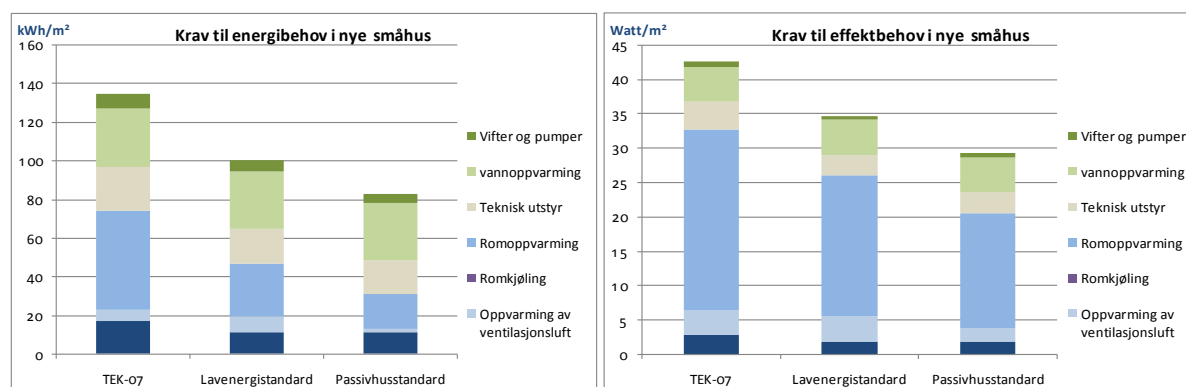
5.2.1 Nye bygg

Figur 15 viser hvordan energi- og effektbehovet reduseres for fire utvalgte byggtypen i de nye byggstandardene. Figuren viser byggenes behov per m², gitt at de er bygget og brukes i tråd med forventningene. Det er viktig å merke seg at energirammene gjelder for et klimamessig normalår for Oslo. Et år kaldere enn normalen vil kunne gi høyere forbruk enn hva som vises her. Effektrammene er beregnet ut fra dimensjonerende effekt, slik at det maksimale effektbehovet vil derfor ikke påvirkes av om temperaturen over året avviker fra gjennomsnittet.



Figur 15 Energi- og effektrammer for fire byggtypen. Kilde:(Standard Norge, 2010), (KRD, 2010b),(Rambøll, 2011), Prosjektets beregninger.

ER-E er anslag på gjennomsnittlig energi- og effektbruk i dagens bygningsmasse. TEK-07 (ER-07) og TEK-10 (ER-10) er tekniske forskrifter fra 2007 og 2010 som allerede er vedtatt, og som vil bli normen i årene som kommer. Fra og med lavenergibyg er data basert på beste tilgjengelige data. Tekniske forskrifter inneholder bare krav til energibruk. Effektbruk i de ulike byggstandardene er derfor beregnet av Rambøll i programmet Simien. Nøyaktig når de ulike energi- og effektrammene vil introduseres er usikkert og de håndteres derfor som variabler i prosjektets scenarioanalyse. Det er viktig å huske på at dette er teoretiske beregninger av energi- og effektforbruk (bortsett fra ER-E). Figur 16 viser hvordan det beregnede energi- og effektbehovet i nye småhus reduseres med nesten 40 % og 30 % fra TEK 07 til passivhusstandard, og viser fordelingen på ulike energiformål.



Figur 16 TEK-07 er forskriftsfestet og viser hvor mye energi og effekt et småhus maksimalt skal bruke per m² teoretisk sett. For lavenergi- og passivhus er dette forventede verdier. Kilde: (Rambøll, 2011) og (Standard Norge, 2010)

Tilsvarende tall er etablert for 13 ulike byggkategorier, og mer detaljerte data finnes i vedlegg 12.1.2. Tabell 6 oppsummerer fra hvilket år de ulike tekniske byggforskriftene antas å være representative

for et gjennomsnittlig fullført nytt bygg. Vi antar at det går 4 år fra en forskrift vedtas, til et gjennomsnittlig fullført nytt bygg opprettholder den nye standarden²⁷. Mellom standardene for passivbygg, nær nullenergi og nullbygg kan det tenkes at det vil komme flere standarder som gjør overgangene mer gradvise. For å ta høyde for dette har vi derfor antatt at det går 10 år mellom hver gang disse implementeres.

Tabell 6 Implementeringsår for ulike byggeforskrifter i de tre scenarioene²⁸.

Byggeforskrift operativ fra	Basis	Høyt	Lavt
TEK – 07	2011	2011	2011
TEK – 10	2014	2014	2014
Lavenergibygg	2019	2025	2016
Passivbygg	2024	2030	2020
Nær nullenergibygg	2035	>2050	2030
Nullenergibygg	2045	>2050	2040
Plusshus	>2050	>2050	>2050

5.2.2 Rehabiliterte bygg

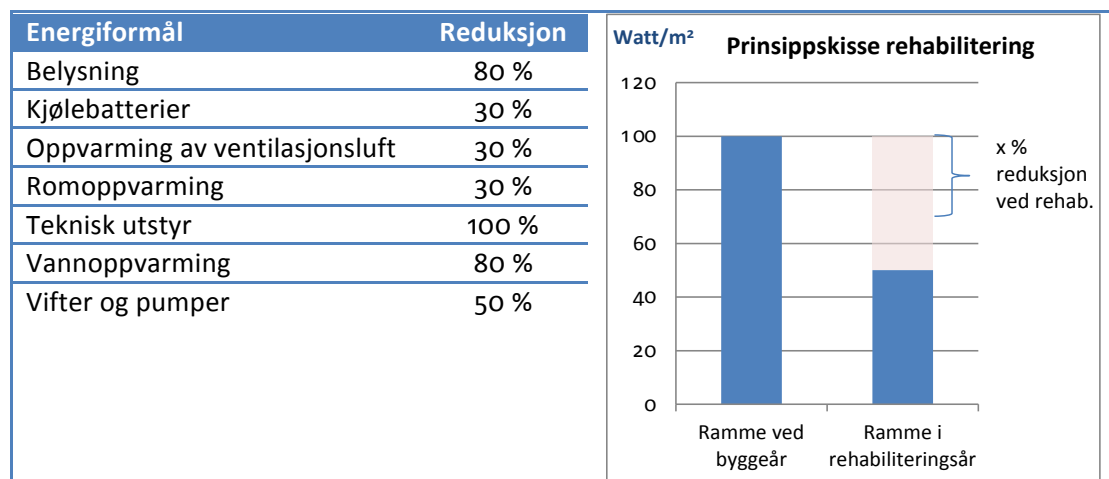
I byggeforskriftene stilles det krav til energi- og effektforbruk hvis det foregår en omfattende rehabilitering av bygg. Ofte kreves imidlertid store investeringer for at et rehabilitert bygg skal oppnå "ny standard". Vi har valgt rehabiliteringsraten ut fra at en rehabilitering skal være en forholdsvis liten investering. Vi har også antatt en relativt høy rehabiliteringsrate, og det er derfor rimelig å anta at det da er snakk om en begrenset forbedring av byggenes energiforbruk. Konsekvensen av disse valgene er at energieffektiviseringsgevinsten er lavere per rehabiliterte bygg. Totalt sett kan den imidlertid være like høy eller høyere ettersom antall bygg som rehabiliteres er høyt.

Hvor mye forbruket reduseres ved en rehabilitering avhenger av når rehabiliteringen skjer. Det vil derfor være relevant å se på differansen mellom energigrammer på rehabiliteringstidspunkt, og energigrammen som gjaldt da huset ble bygget. En del av denne differansen vil være mulig å redusere ved rehabilitering, og andelen vil variere for de ulike energiformålene. Tabell 7 illustrerer og oppsummerer hvor stor del av differansen i energibruk vi antar kan realiseres (reduseres) ved en rehabilitering. Det antas at varme og kjølebehovet er det som vanskeligst lar seg redusere, ettersom en full etterisolering av fasaden vil være svært kostbart og i enkelte tilfeller teknisk vanskelig å gjennomføre.

²⁷ Denne tiden varierer mellom 2-4,5 år for enkeltbygg. Planlegging og prosjektering av et bygg tar typisk mellom 6 og 24 mnd, søknadsbehandling 3 mnd, anbud minimum 2 mnd og selve byggingen 12-24 mnd. Etter samtale med en arkitekt har vi valgt å bruke 4 år i disse analysene for ikke å overvurdere virkningene av nye forskrifter.

²⁸ Se kapittel 6 for definisjon av scenarioer.

Tabell 7 Redusert energi- og effektbehov ved rehabilitering av bygg som andel av differanse mellom opprinnelig energibruk og energi-/effektramme ved rehabiliteringstidspunkt.



5.2.3 Usikkerhet

Det er usikkerhet knyttet til hvordan kravene til energieffektivisering i bygg vil utvikle seg fremover, og når de eventuelt vil tre i kraft. Vi har tatt utgangspunkt i byggeforskriftene der slike foreligger, og ellers gjort forutsetninger etter beste skjønn og i henhold til publisert materiale. Dette er en viktig kilde til usikkerhet. Som tidligere nevnt vil også rivings- og rehabiliteringsrater være et usikkerhetsmoment som påvirker energibehovet. De faktiske energieffektiviseringsgevinstene av en rehabilitering er også et viktig usikkerhetsmoment.

En annen viktig usikkerhetsfaktor er om energi- og effektrammene holdes. Det er i denne sammenhengen viktig om byggene bygges etter forskriftene og om de brukes på den måten man forventet på forhånd. Dette punktet er viktigere for energiforbruket enn for effektforbruket. Bygg som brukes i flere timer i løpet av et år enn forventet vil få høyere energibruk enn det som er planlagt, men ikke nødvendigvis økt effektforbruk. Dette kan for eksempel være en skole som brukes til fritidsaktiviteter på kveldstid, der dette ikke var kjent under prosjekteringen av bygget. Et annet eksempel kan være at man ønsker en høyere innetemperatur enn hva som er forutsatt i energirammene. Dette er imidlertid også høyst relevant for effektforbruket. Ved prosjektering og bygging av et hus installeres gjerne betydelig mer effekt enn hva man stort sett behøver. Det vil være sannsynlig at en del vil benytte seg av noe av denne ekstra effekten. For eksisterende bygg (ER-E) er det ikke lagt til noe ekstra avvik ettersom dagens adferdsavvik ligger inne i basisfremskrivingene for eksisterende bygg.

5.3 Konkurransen mellom energibærere

5.3.1 Relevant marked for konkurranse

I bygg med vannbåren varme vil oppvarmingsbehovet kunne dekkes av en rekke oppvarmingsteknologier. Her vil varmepumper konkurrere mot brenselfyrte kjeler i både lokal oppvarming, lokale varmesentraler og fjernvarme. Det er imidlertid bare deler av det totale energibehovet som effektivt kan dekkes av alternative energibærere i praksis, og vi gjør følgende avgrensninger i denne analysen:

- Det er kun varme- og kjølebehovet i et bygg som kan leveres av alternative oppvarmingsløsninger (annet enn el)

- Det er kun nye og rehabiliterte bygg som inkluderes i konkurranseanalysen. Energibehov i eksisterende bygg låses til dagens løsninger inntil bygget rives eller rehabiliteres. Dette er en forenkling, men transaksjonskostnadene²⁹ ved bytte av oppvarmingsløsning gjør at en slik antakelse kan forsvares. Uansett ville eksisterende varmeløsninger konkurrere med sin marginalkostnad mot alternativenes gjennomsnittskostnader³⁰ og dermed hatt en betydelig konkurransefordel. Videre er det kun en liten andel av eksisterende bygg i dag som har vannbåren varme, og dette ville begrenset konkurransen ytterligere.
- Av varme- og kjølebehovet leveres 15 % av energien og 50 % av effekten fra spisslastteknologier. Spisslast antas å være elektrisitet, ettersom det i dag finnes få kostnadseffektive alternativer som er tillatt i nye og rehabiliterte bygg.
- Alle større, nye bygg vil ha installert vannbåren varme på grunn av tekniske byggeforskrifter. I rehabiliterte og eksisterende bygg vil dette gjelde kun en andel. Kostnadene ved å installere nytt vannbårent system i eksisterende bygg er i dag så store at vi anser dette som uaktuelt. Det finnes ingen statistikk eller oversikt over hvor stor andel av byggene som har vannbåren varme, og denne andelen varierer derfor i de ulike scenarioene.

5.3.2 Kostnadsanalysen

I konkurranseanalysen velges rimeligste løsning for hver enkelt geografisk analyseenhet. Det kjøres her simuleringer på aktuelle varmeløsninger som varmepumper, biokjeler, elkjeler, gass- og oljekjeler. Alle teknologiene konkurrerer mot hverandre med sin fulle gjennomsnittskostnad. Flis er ekskludert fra små bygg og i sentrumssoner på grunn av stort plassbehov og partikkelutslipp til luft.

Etablert fjernvarme vil ha betydelige konkurransefortrinn i forhold til nye løsninger. Fortetting og utvidelse av et eksisterende nett vil for det første representere en relativt sett liten investering sammenlignet med et helt nytt anlegg. For det andre vil økt varmeleveranse i mange tilfeller bety en bedre utnyttelse av varmeproduksjonsutstyret. Eksisterende fjernvarmeanlegg har ofte lav eller svært lav marginalkostnad. Der det foreligger fjernvarmekonsesjon er det ofte også et kommunalt vedtak om tilknytningsplikt for nye bygg. Fjernvarmeselskapene har også lov til å prisdiskriminere kunder, slik at nye kunder kan få en svært lav variabel kostnad for fjernvarmeleveransen³¹. I konkurranse med alternative oppvarmingsteknologier vil altså fjernvarmeprodusenten kunne velge en marginalkostnads-prisstrategi. Marginalkostnaden for fjernvarme vil nesten alltid være lavere enn gjennomsnittskostnaden for alternative teknologier med tanke på argumentene ovenfor. Med utgangspunkt i denne diskusjonen velger vi derfor å behandle fortetting av eksisterende fjernvarmeanlegg som en eksogen variabel, som varierer i de ulike scenarioene.

²⁹ Også kalt skjulte kostnader eller "plunder og heft-kostnader", e.g kostnader ved å tilegne seg kunnskap om alternativene, egen tidsbruk ved installering, opplæring, aversjon mot å bytte ut en løsning som fungerer etc.

³⁰ Investeringskostnader ved eksisterende løsning er "sunk costs" så fort investeringen er gjennomført, og man skal da ikke ta hensyn til disse.

³¹ Dette kan også sees på som konsekvens av fjernvarmebransjens reguleringer som sier at fjernvarmekostnaden ikke skal overstige kundens alternativkostnad, definert som elektrisitet til oppvarming. Ettersom for eksempel industrikunder vil stå ovenfor en annen pris på elektrisitet enn boliger, vil dermed også prisen på fjernvarme variere mellom disse.

Kostnadsdatabasen som er benyttet i denne analysen er basert på deler av Enovas prosjektportefølje, og er bygget opp gjennom prosjektene "Pelletsstudie" og Potensialstudie for fornybar varme og kjøling i 2030 for Enova. Tabell 8 oppsummerer antakelsene som er gjort for investeringskostnader, drift & vedlikeholdskostnader, virkningsgrader og levetid.

Tabell 8 Investeringskostnader, virkningsgrad, levetid og drift og vedlikeholdskostnader på oppvarmingsteknologiene.

	Investeringskostnader (kr/kW)			Virkningsgrad %	Levetid År	D&V % av inv.
	Liten*	Middels*	Stor*			
Brikettkjel	-	8 500	6 250	85 %	20	2 %
Elkjel	1 600	965	965	97 %	20	2 %
Fliskjel	-	6 500	5 800	80 %	20	3 %
Gasskjel	3 000	1 072	965	90 %	20	2 %
Oljekjel	2 600	1 072	1 072	90 %	20	2 %
Panelovn	1 000	-	-	100 %	20	0 %
Pellets-kamin	2 437	-	-	85 %	20	2 %
Pellets-kjel	6 000	7 400	4 700	85 %	20	2 %
VP (gr.varme)	-	13 100	17 800	300 %	15	1 %
VP luft/luft	2 400	-	-	250 %	15	1 %
VP luft/vann	10 500	6 000	10 600	300 %	15	1 %
Vedovn	1 700	-	-	70 %	20	1 %

*Liten < 50 kW, for bygg <500 m². Middels >50 kW<500 kW, for bygg >500 m²<1100 m². Stor >500 kW, for bygg > 1100 m².

For de fleste brenslere kan man meningsfylt splitte prisen i to; selve brenselkostnaden og logistikkostnaden. Logistikkostnadene for brensel omfatter transportkostnader med lastebil. For teknologier basert på elektrisitet omfatter dette nettleie. Prisene som er benyttet er angitt i Tabell 9.

Tabell 9 Brenselpriser i basisscenario (brutto innfyrt, ex logistikk) og logistikkostnader. Kilde: (Xrgia, 2010c).

Brenseltype	Brensel ^[2] (Øre/kWh)	Logistikk ^[3] (Øre/kWh)
Flis	18	1-3
Pellets, småsekk	43	7-8
Pellets, bulk	31	1-2
Briketter	31	1-3
Gass	60	Inkl. i brenselpris
Lett fyringsolje	75	Inkl. i brenselpris
Elektrisitet ^[1]	48	20
Bioolje	75	Inkl. i brenselpris
Ved	44	Inkl. i brenselpris

[1] Tariffens energiledd, eks mva. Lik for husholdningskunder og næringskunder under 100 000 kWh/år.

[2] I Lavt scenario i 2030 er øker prisen på fossile brensel, men ikke el, med 30 %. Bioenergi er antatt å være klimanøytralt. I Høyt scenario reduseres elprisen med 30 %.

[3] For alle brenslere, bortsett fra pellets, er det antatt samme brenselkostnad uansett skala, men differensiert på logistikkostnader. For pellets er det antatt at man i pellets-kamin benytter pellets i småsekk, mens installasjoner med pellets-kjel benytter bulkleveranse.

5.3.3 Usikkerhet

Det vil være usikkerhet rundt hva som er det relevante markedet for konkurranseanalysen ettersom det ikke finnes statistikk på andelen bygg med vannbåren varme i dag. Det er også usikkert hvor stor andel av nye og rehabiliterte bygg som vil bli bygget med vannbåren varme i fremtiden. Vi har antatt

at spisslast dekkes kun av elektrisitet. Per i dag er fornybare alternativer ikke konkurransedyktige (Xrgia, 2011b), men dette kan endres over tid.

Modellen som benyttes for konkurranseanalyse forutsetter at den økonomisk mest attraktive løsningen foretrekkes, og at "vinneren tar alt" for det segmentet som velges. Dette er selvsagt ikke en speiling av virkeligheten. Et eksempel er at modellene ikke er i stand til å fange opp elementer knyttet til ønske om økt forsyningssikkerhet og miljøhensyn dersom dette er forhold som ikke er reflektert i prising av innsatsfaktorene³².

Kostnadstallene er basert på den beste informasjonen som er tilgjengelig på analysetidspunktet. Det er imidlertid alltid usikkerhet rundt kostnadstall, og individuelle tilpasninger som må gjøres i alle bygninger. Kostnadstallene for boliger er basert på et mindre datagrunnlag enn kostnadene for større næringsbygg. Det er derfor ekstra usikkerhet knyttet til resultatene fra konkurranseanalysen i boliger. Vi har i analysen ikke inkludert investeringer i distribusjonssystem for oppvarming internt i byggene. Dette er selvsagt en forenkling. Introduksjon av dette ville imidlertid bety en langt mer omfattende analyse, samt behov for tilgang til reelle kostnader for nytt og rehabilitert oppvarmingssystem med ulike kombinasjoner av direkte el, punktvarme og vannbåren varme for ulike aktuelle oppvarmingsløsninger.

I tillegg til usikkerhet rundt kostnader og teknisk ytelse, er det i første rekke brenselpriser som er det viktigste usikkerhetsmomentet for vurdering av teknologiens konkurransedyktighet.

Informasjon om eksisterende fjernvarmeanlegg, samt anlegg under bygging/prosjektering er hentet fra konsesjonsdatabasen til NVE. Dette gir oss kommunefordelte data med informasjon om hvor det kan være aktuelt med fortetting eller utvidelse. Beregnet volum for fortetting er sjekket ut mot gitte konsesjoner for å sikre konsistens. Vi mener hovedforutsetningen om at etablerte fjernvarmeanlegg er meget konkurransedyktige, er relativt robust. I tillegg til å være økonomisk attraktivt, vil fjernvarme være en driftsmessig langt enklere løsning for sluttbrukeren enn en brenselfyrt egen sentral. En utfordrer her vil være lokale energisentraler med varmepumper, med samtidig leveranse av varme og kjøling. Stadig flere installerer slike løsninger, og de vil bli mer driftssikre og velkjente. Dette vil sannsynligvis først og fremst utfordre økonomien i fjernvarmeanleggene (de må tilby denne type kunder lavere varmepris), og det kan bli lagt press på fjernvarmeleverandørene om leveranse av kjøling. Bruk av fjernvarme som spisslast er et fenomen som observeres i Sverige, og som også kan komme i Norge. Dette er effekter det ikke har vært mulig å modellere, men som det er viktig å ta med i vurdering av faktisk realiserbart potensial for fortetting.

Fremvekst av passivhus og lavenergibygg, kombinert med økonomisk attraktive lokale alternativer vil kunne utfordre den beregnede fortettingen av fjernvarme. Kundetilknytning krever forholdsvis store investeringer, derfor er det gunstig å ha et relativt stort energivolum å fordele denne kostnaden på. Småhus, og særlig passivhus, har et lite varmebehov. Dette betyr at det er vanskelig å finne det økonomisk forsvarlig å utforme kundesentraler på tradisjonelt vis. Det skjer imidlertid en betydelig utvikling av nye løsninger på dette området, også i øvrige nordiske land, for å gjøre fjernvarme økonomisk interessant også for forbrukere med lavt årlig forbruk. Tappevann er et eksempel på et formål der fjernvarme er spesielt velegnet, da dette er forbruk med lang brukstid.

³² Xrgia (2010b) drøfter hvordan penetrasjonsrater påvirker etterspørselen etter trepellets.

6 Scenarioene

Kort oppsummert: Graden av energieffektivisering er mest utslagsgivende for analyseresultatene, og scenarioene er formet ut fra dette. Basisscenarioet anses som det mest sannsynlige scenarioet. Høyt scenario kjennetegnes av et avtakende fokus på klima og energieffektivisering samtidig som effekten av de implementerte virkemidlene blir dårlig, og hurtiglading av elbil blir utbredt. I Lavt scenario fortsetter det sterke fokuset på energieffektivisering vi har sett de siste årene, og implementeringen av virkemidlene lykkes.

Alle forutsetninger som benyttes i analysen vil være knyttet til usikkerhet fremover i tid. Usikkerhetene kan trekke i hver sin retning, men erfaringsmessig vil også en del usikkerheter henge sammen (være korrelerte). For å fange hoveddimensjonene i usikkerheten etablerer vi tre scenarioer for forbruket av elektrisk energi og effekt. Formålet med dette er å gjøre analyseresultatene tilstrekkelig robuste. Den faktoren som ser ut til å bety mest i våre analyser er offentlige virkemidler for energieffektivisering gjennom byggeforskrifter, og i hvilken grad disse virkemidlene implementeres på en virkningsfull måte. De tre scenarioene vi vil benytte er følgende:

- Basisscenarioet representerer et middelsscenario, og er det vi anser vi som det mest sannsynlige utfallet.
- "Høyt scenario" kjennetegnes av et økende forbruk og avtakende fokus på klimapolitikk og energieffektivisering, samt at elbaserte oppvarmingsteknologier vil være svært konkurransedyktige i forhold til fjernvarme og bioenergi.
- "Lagt scenario" kjennetegnes av et betydelig fokus på energieffektivisering og klimapolitikk. Dette viser hvordan forbruket vil utvikle seg hvis fokuset på energieffektivisering fortsetter og implementeringen av nye standarder blir vellykket.

Vi har i alle scenarioene i analysen forutsatt at det gjennomføres en gradvis innstramming av byggeforskriftene, men graden av innstramming og faktisk adferd varierer. I basisscenario antar vi at byggeforskriftene innføres slik det er signalisert, og at implementeringen blir relativt vellykket. Vi mener det vil ta fire år fra forskriften vedtas til den virker i praksis, og at faktisk forbruk ligger noe over det teoretisk beregnede. Videre antar vi her dagens markedspriser på el og brensel, og at de eksisterende fjernvarmeverkene vil utvides noe. Vi antar at elbiler kommer i betydelig omfang, men at hurtiglading ikke blir spesielt utbredt.

I Høyt scenario ser vi for oss et avtakende fokus på energieffektivisering av bygg. Dette gjelder både fra myndighetssiden, og ved at brukerne av byggene forbruker mer energi enn hva man forventet på forhånd. I et scenario hvor fokus på energieffektivisering og klima avtar er det også rimelig å tro på en lav CO₂-pris og en relativt lav pris på elektrisitet. Oppvarmingsteknologier basert på elektrisk energi, som panelovn og varmepumpe luft-luft vil dermed være veldig konkurransedyktige.

I Lavt scenario ser vi for oss at dagens sterke fokus på energieffektivisering i Norge og EU fortsetter. Nye tekniske forskrifter introduseres med regelmessige mellomrom, og implementeringen antas å bli vellykket. Oppvarmingsteknologier som panelovn møter hardere konkurranse fra varmepumper, fjernvarme og bioenergi. Strømpris antas her å ligge slik som på dagens nivå.

Figur 17 illustrerer drivkreftene bak det høye og lave scenarioet, som representerer hver sine ytterpunkter.



Figur 17 Hoveddrivkreftene bak det høye og lave scenarioet.

Tabell 10 gir en oppsummering av antakelsene vi gjør i modellen for de tre ulike scenarioene.

Tabell 10 Sammenstilling av de viktigste faktorene i de ulike scenarioene.

Driver/parameter	Høyt scenario	Basis	Lavt scenario
Befolkningsvekst (SSB)	Høy	Middels	Lav
Nybygging m ² /innbygger	Økt	Konstant	Redusert
Lavenergistandard operativ	2025	2019	2016
Passivhusstandard operativ	2030	2024	2020
Adferdssavvik energi	40 %	20 %	10 %
Adferdsavvik effekt	20 %	10 %	5 %
Brenselpriser	Lav elpris	Basis	Høy CO ₂ /el/støtte FV
Fjernvarme	Svak vekst fra dagens nivå	Dagens planlagte vekst gjennomføres	Betydelig vekst
Oppvarmingsteknologier	El dominerer stort	Som dagens fordeling	Bio og varmepumper tar betydelige volumer
Elektriske personbiler	20 % elbiler i 2030 50 % elbiler i 2050 Ladetid 2 t 50 % i topplast	35 % elbiler i 2030 90 % elbiler i 2050 Ladetid 4 t 10 % i topplast	35 % elbiler i 2030 100 % elbiler i 2050 Ladetid 4 t 5 % i topplast
Industri	+0,5 % årlig	På dagens nivå	- 0,5 % årlig

Nytt forbruk som elektriske busser, lastebiler, landstrøm til skip og nettskyer er ikke modellert inn i scenarioene, men antatt omfang er beskrevet i kapittel 4.

7 Prognoseresultater

Kort oppsummert: Spredningen i de tre scenarioene er stor, noe som understreker usikkerheten på forbrukssiden fremover. Kraftfulle virkemidler er per i dag introdusert i byggsektoren og vil strammes inn i årene som kommer. Den reelle effekten av disse virkemidlene finnes det i dag lite dokumentasjon om. I hvilken grad bilparken elektrifiseres er også et viktig usikkerhetsmoment med tanke på effektforbruk. Hovedresultatene fra scenarioene er som følger:

- 1) Basisscenario: Totalt forbruk av elektrisk effekt er ventet å øke fra 4 250 MW i 2009 til 4 600 MW i 2050. Den synkende trenden i energiforbruket gjelder ikke for effekt på grunn av økt ladebehov til elbiler. Effektforbruket i Akershus forventes å øke fra 2 000 MW i 2009 til 2 400 MW i 2050. I Oslo forventes forbruket å øke marginalt fra 2 250 MW i 2009 til 2 330 MW i 2035, hvor det så avtar mot 2 230 MW i 2050. Både for Oslo og Akershus ligger fremskrivingene i basisscenarioet likt som historisk 10-årstrend frem til 2023, deretter øker forbruket i prognosen senere enn den historiske trenden.*
- 2) Høyt scenario: Totalt forbruk av elektrisk effekt øker fra 4 250 MW i 2009 til 6 800 MW i 2050. Økt nybygging, sterkere befolkningsvekst, manglende gjennomslag for nye byggforskrifter, utstrakt bruk av hurtiglading til elbiler og total dominans av elbaserte oppvarmingsteknologier utgjør hovedforskjellene fra basisscenario.*
- 3) Lavt scenario: Totalt forbruk av elektrisk effekt øker marginalt fra 4 250 MW i 2009 til 4 320 MW i 2015, hvor det så avtar mot 3 700 MW i 2050. Kraftig gjennomslag for nye byggforskrifter og alternative oppvarmingsteknologier, samt lite bruk av hurtiglading for elbiler utgjør hovedforskjellene fra basisscenario.*

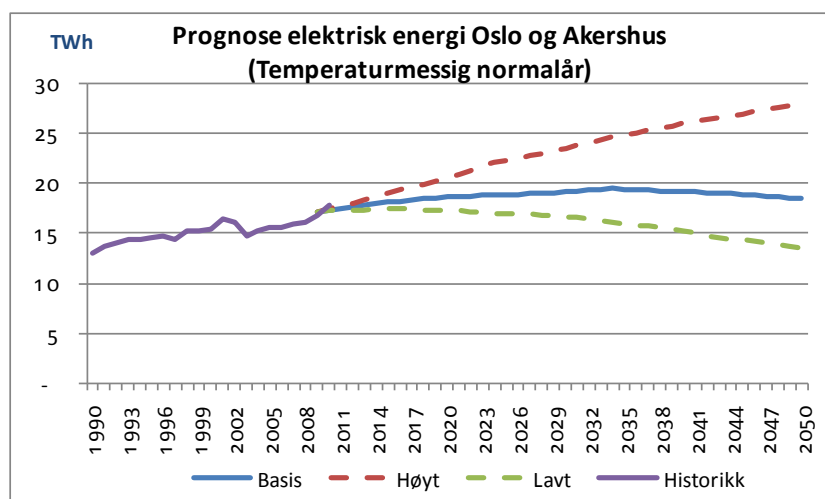
Vi vil her presentere prognosene i de tre scenarioene beskrevet i kapittel 6. Resultatene presenteres i tre formater: samlet for Oslo og Akershus, per fylke og per kommune. De kommunefordelte resultatene presenteres frem til 2030, og kun Basisscenario og Høyt scenario presenteres. Etter dette vil usikkerheten i estimatene være så stor at en slik finfordeling ikke er hensiktsmessig. Aggregerte resultater presenteres frem til 2050 for å vise hvordan de ulike driverne påvirker utviklingen på lang sikt. Det understrekes at resultatene bør tolkes i lys av usikkerheten beskrevet i de tidligere kapitlene. Forklaring av driverne bak utviklingen blir i hovedsak gitt i kapittel 7.1, mens kapittel 7.2 i hovedsak fokuserer på å forklare forskjellene i prognosene mellom Oslo og Akershus. I kapittel 7.3 presenteres resultatene uten videre analyse.

Det er viktig å merke seg at energiprognosene gjelder for et klimamessig normalår i Oslo. Et år kaldere enn normalen, slik som 2010, vil gi høyere forbruk enn hva som vises i prognosene. Dette er årsaken til at energitallene for 2010 ligger betydelig høyere enn prognosene for samme år.

7.1 Totalt Oslo og Akershus

7.1.1 Elektrisk energi

Spredningen i de tre scenarioene er stor, noe som understreker usikkerheten vi står ovenfor på forbrukssiden fremover. Kraftfulle virkemidler er introdusert i byggsektoren og kravene til energibruk vil strammes ytterligere inn i årene som kommer. Den reelle effekten av disse virkemidlene finnes det i dag lite dokumentasjon på. Figur 18 viser tre scenarioer for energiprognoser mot 2050 for Oslo og Akershus samlet i et klimamessig normalår.



Figur 18 Scenarier for forbruket av elektrisk energi mot 2050 i Oslo og Akershus samlet.

Prognosene er laget med utgangspunkt i forbruket i 2009. Energiforbruket i 2010 avviker noe fra prognosene og var på hele 17,8 TWh. Dette var imidlertid et år som var betydelig kaldere enn normalt³³. Ettersom energiprognosene gjelder for et klimamessig normalår er det derfor naturlig at det blir avvik mellom faktisk og kalkulert energibruk dette året. I Basisscenarioet øker totalt forbruket av elektrisk energi fra 16,8 TWh i 2009 til 19,4 TWh i 2035, hvor forbruket så avtar gradvis mot 18,5 TWh i 2050. Forbruket i 2010 var på 17,8 TWh, men dette var et år betydelig kaldere enn normalt. Dette understreker imidlertid at klima også er en viktig påvirkningsfaktor. Økt byggareal som følge av en fremdeles sterk befolkningsvekst, spesielt i Akershus, er den viktigste faktoren som trekker opp, nye byggforskrifter er den viktigste faktoren som trekker ned. Forbruket i Akershus er ventet å øke fra 7,6 TWh i 2009 til 9,7 TWh i 2042, hvor det så flater ut til 2050. I Oslo er forbruket ventet å øke fra 9,3 TWh i 2009 til 9,8 TWh i 2035, hvor det så flater ut og avtar mot 8,8 TWh i 2050. I Basisscenario antar vi at byggforskriftene implementeres med 5 års mellomrom, slik EUs forskrift om energibruk i bygg krever i dag. Vi antar her at faktisk forbruk ligger 20 % høyere enn det beregnede forbruket. Videre antas at fordelingen av oppvarmingsmarkedet mellom el og bio blir som i dag, og at fjernvarme erstatter det resterende forbruket av fossile brensel.

I Høyt scenario øker totalt forbruk av elektrisk energi jevnt fra 16,8 TWh i 2009 til 28 TWh i 2050. Større nybygging og svært lite gjennomslag for de nye byggforskriftene utgjør den viktigste forskjellen i forhold til Basisscenario, i tillegg til at elbaserte oppvarmingsteknologier dominerer i enda større grad enn i dag. Vi antar her betydelige forsinkelser på innføringen av nye byggstandarder, og den faktiske energibruken antas å bli 40 % høyere enn forutsatt i forskriftene. Samtidig antar vi her at tilnærmet all oppvarming i fremtiden skjer med elbaserte teknologier.

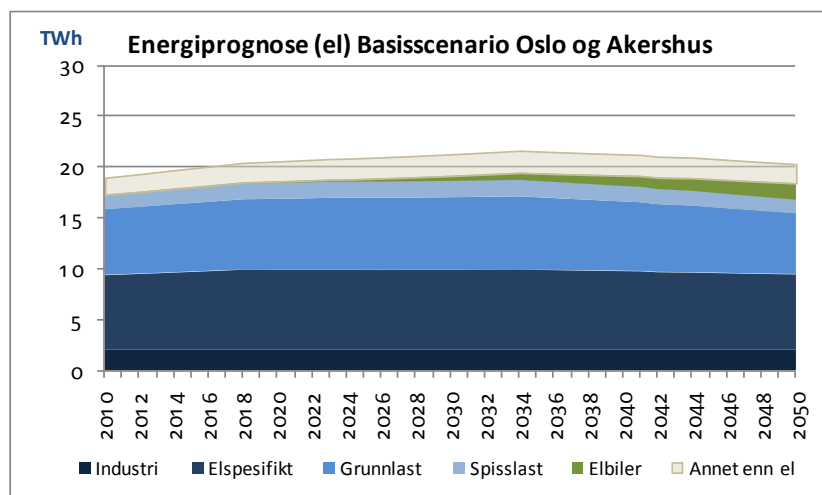
I Lavt scenario øker totalt forbruk av elektrisk energi fra 16,8 TWh i 2009 til 17,8 TWh i 2016, hvor det flater ut og synker mot 13,5 TWh i 2050. Lav nybygging og kraftig gjennomslag for de nye byggforskriftene utgjør den viktigste forskjellen i forhold til Basisscenario, i tillegg til at elbaserte oppvarmingsteknologier får stor konkurranse fra bioenergi og fjernvarme. Vi antar også en noe forsert introduksjon av energirammer, som enkelte miljøer nå arbeider for. Videre er det antatt at

³³ Se vedlegg 12.1.5 for beskrivelse av et temperaturmessig normalår og historiske avvik.

faktisk energibruk er 10 % høyere enn beregnet på forhånd, og at bioenergi og fjernvarme vinner betydelige markedsandeler fra oppvarmingsteknologier basert på elektrisitet.

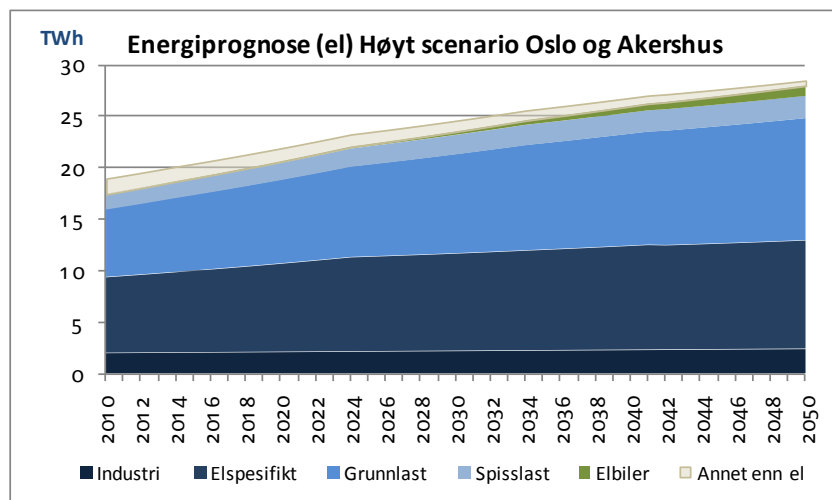
Elektriske personbiler er antatt å spille en betydelig rolle i alle disse tre scenarioene. Energiforbruket er imidlertid ikke veldig stort, selv til en storskala introduksjon av elbiler.

Figur 19 viser energiforbruket i basisscenarioet fordelt etter type forbruk, og vi ser at det også i fremtiden er energibruk i bygg (Elspesifikt, grunnlast og spisslast) som vil dominere etterspørselsutviklingen.



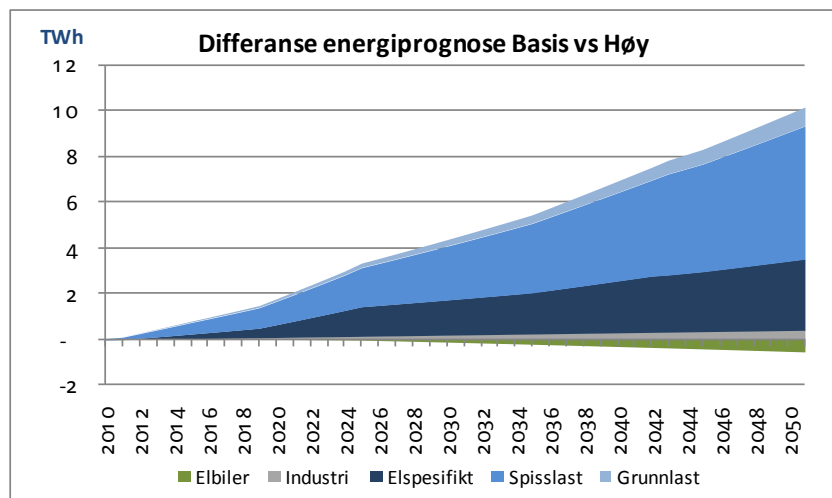
Figur 19 Basisscenario for forbruk av elektrisk energi mot 2050 i Oslo og Akershus fordelt på formål.

Figur 20 viser energi forbruket i Høyt scenario fordelt på type forbruk, som er 2 TWh og 7,5 TWh høyere enn i basisscenarioet i hhv 2020 og 2050.



Figur 20 Høyt scenario for forbruk av elektrisk energi mot 2050 i Oslo og Akershus fordelt på formål.

Figur 21 dekomponerer forskjellene mellom basisscenario og høyt scenario. Det er forbruk i bygg som utgjør den store forskjellen, både ved at energi forbruket i Høyt scenario er betydelig større og ved at elbaserte oppvarmingsteknologier tar en større markedsandel. I høyt scenario vil det være færre elbiler enn i basisscenario på grunn av et lavere miljøfokus. Dette trekker i retning av redusert elektrisk energibruk i høyt scenario sammenlignet med basisscenario.

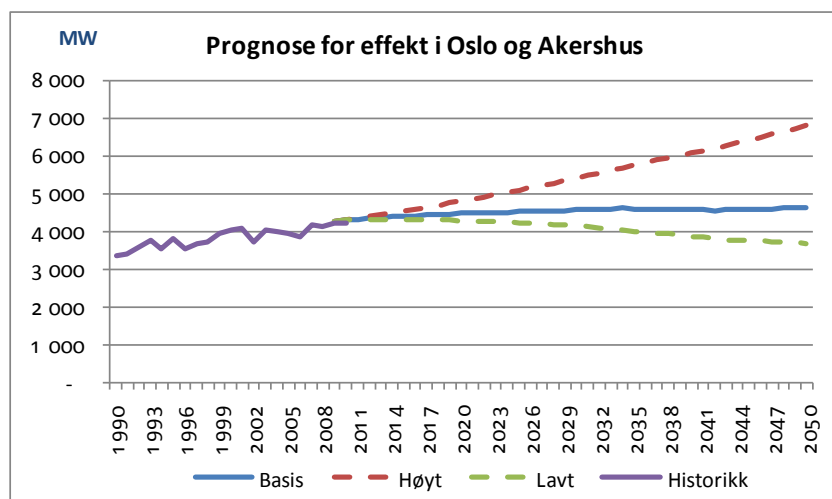


Figur 21 Differansen mellom Basisscenario og Høyt scenario mot 2050 for Oslo og Akershus fordelt på formål.

7.1.2 Elektrisk effekt

Også for effektscenarioene er spredningen i de tre scenarioene stor. Igjen er usikkerheten vi står ovenfor på forbrukssiden i bygg den viktigste forklaringsfaktoren. Her vil også elbiler kunne spille en betydelig rolle avhengig av hvilket lademønster som vil bli vanlig i fremtiden. Alle forutsetninger i effektprognosene er de samme som for energiprognosene, og kommenteres derfor ikke i detalj her.

Figur 22 viser de tre scenarioene for effektprognoser mot 2050 for Oslo og Akershus samlet.



Figur 22 Prognoser for elektrisk effekt samlet i Oslo og Akershus fra 2010 til 2050.

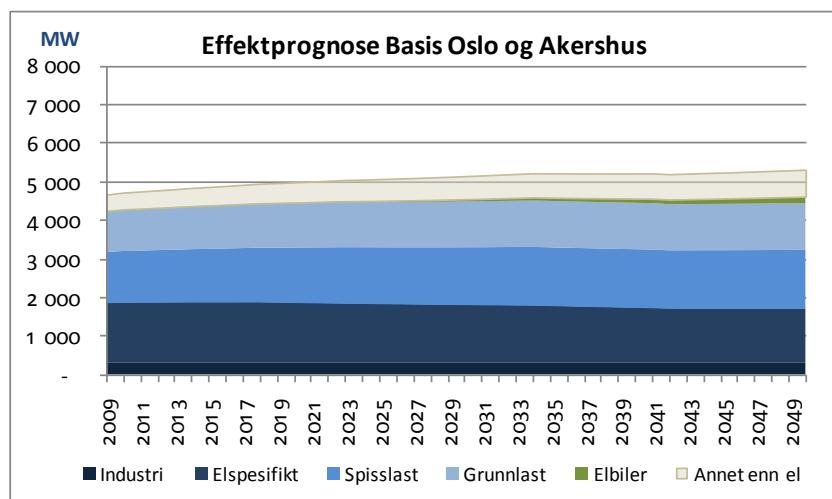
I basisscenarioet øker totalt forbruk av elektrisk effekt fra 4 250 MW i 2009 til 4 600 MW i 2050. Den synkende trenden vi ser i energiforbruket gjelder ikke for effekt på grunn av økt ladebehov til elbiler. Forbruket i Akershus forventes å øke fra 2 000 MW i 2009 til 2 400 MW i 2050. I Oslo forventes forbruket å øke marginalt fra 2 280 MW i 2009 til 2 330 MW i 2035, hvor det så avtar mot 2 230 MW i 2050. Både for Oslo og Akershus ligger fremskrivingene i basisscenarioet likt som

historisk 10-årstrend frem til 2023, deretter øker forbruket i prognosen senere enn den historiske trenden.

I Høyt scenario øker totalt forbruk av elektrisk effekt fra 4 250 MW i 2009 til 6 800 MW i 2050. Økt nybygging, sterkere befolkningsvekst, manglende gjennomslag for nye byggforskrifter, utstrakt bruk av hurtiglading til elbiler og stor dominans av oppvarmingsteknologier basert på elektrisitet utgjør hovedforskjellene fra basisscenario.

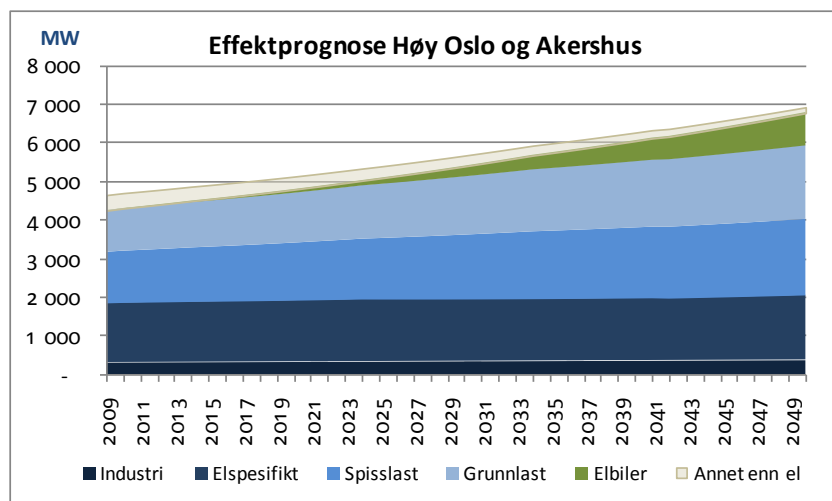
I Lavt scenario øker totalt forbruk av elektrisk effekt marginalt fra 4 250 MW i 2009 til 4 320 MW i 2015, hvor det så avtar mot 3 700 MW i 2050. Kraftig gjennomslag for nye byggforskrifter og alternative oppvarmingsteknologier, samt lite bruk av hurtiglading for elbiler utgjør hovedforskjellene fra basisscenario.

Figur 23 viser effektforbruket i basisscenarioet fordelt etter type forbruk. Som for energiprognoen ser vi også her at det er energibruk i bygg (Elspesifikt, grunnlast og spisslast) som vil påvirke etterspørselsutviklingen. Et viktig skille i forhold til energiprognoen er at her utgjør spisslast en langt større andel av det totale behovet.



Figur 23 Basisscenario i effektprognose for Oslo og Akershus fordelt etter formål.

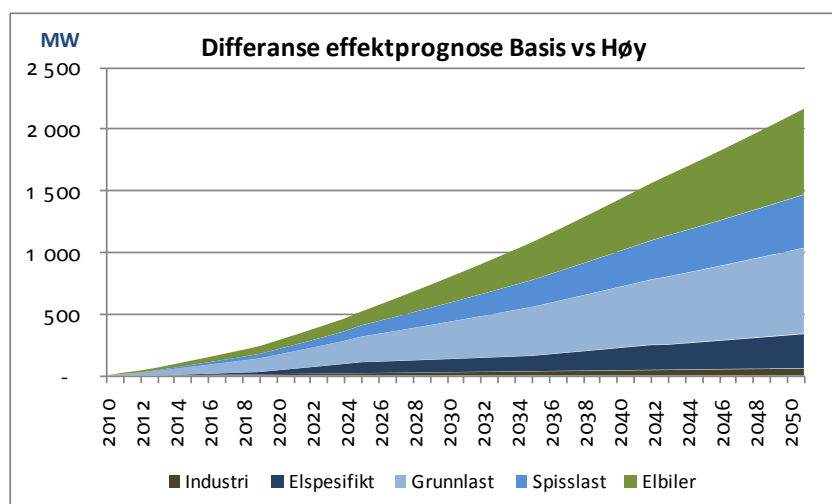
Figur 24 viser effektprognosen i Høyt scenario som i 2020 og 2050 ligger hhv 400 MW, og 2 200 MW høyere enn basisscenarioet.



Figur 24 Høyt scenario i effektprognose for Oslo og Akershus fordelt etter formål.

For effektforbruk i bygg er forklaringen på differansen mellom basisscenario og høyt scenario den samme som for energiforbruk, gitt i kapittel 7.1.1. Det er imidlertid en viktig forskjell, og det er det store effektforbruket til elbiler i Høyt scenario. Vi husker at energibruken i elbiler ble redusert i Høyt scenario på grunn av færre biler. Forskjellen er ladetid- og lademønster. I basisscenario antok vi en gjennomsnittlig ladetid på 4 t, og at 10 % av bilene lader samtidig i toppplastimen. Dette fordrer enten at bruksmønsteret er slik at storstilt hurtiglading ikke etterspørres, eller at det utvikles teknologi som enten a) gjør hurtiglading overflødig (tilstrekkelig å lade på natten hjemme) eller b) hurtigladestasjoner bygges med lokale effektreserver (batterier etc) som gjør at man unngår store effektbelastninger i nettet. I høyt scenario har vi antatt en gjennomsnittlig ladetid på 2 t, og at 50 % av ladingen skjer i toppplastimen (eks når man kommer på, eller hjem fra jobb).

Figur 25 illustrerer forskjellene i effektforbruk mellom basisscenarioet og høyt scenario.

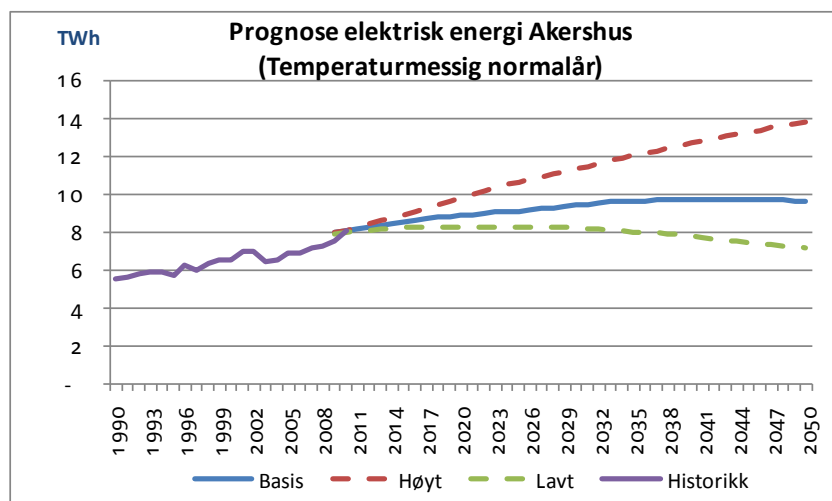


Figur 25 Differanse mellom Høyt scenario og Basisscenario fordelt på formål for Oslo og Akershus.

7.2 Fylkesvis

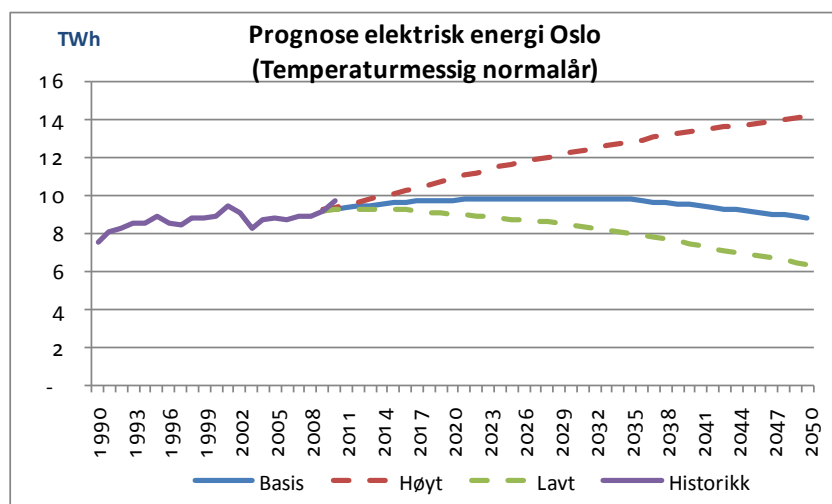
7.2.1 Elektrisk energi

Figur 26 viser prognosene for forbruket av elektrisk energi i Akershus frem mot 2050 i et temperaturmessig normalår. Vi ser at i basisscenarioet stiger energiforbruket i Akershus til 9,7 TWh i 2040 før det flater ut og avtar til 9,6 TWh i 2050.



Figur 26 Scenarioer for prognose på elektrisk energi i Akershus samlet.

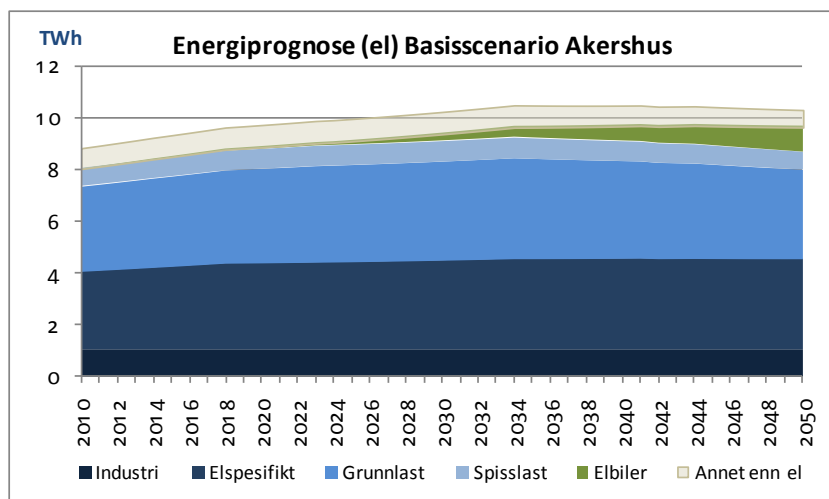
Figur 27 (under) viser prognoser for forbruket av elektrisk energi i Oslo frem mot 2050 i et temperaturmessig normalår. Også her stiger forbruket i basisscenario de første årene til 9,8 TWh i 2023 før det flater ut og avtar mot 8,8 TWh i 2050.



Figur 27 Scenarioer for prognose på elektrisk energi i Oslo samlet.

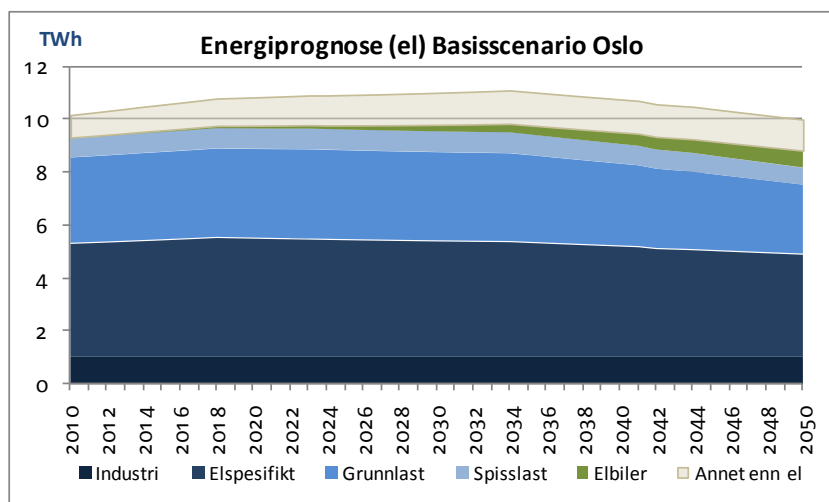
Vi ser at forbruket i Oslo flater ut og synker raskere enn forbruket i Akershus. Dette har i hovedsak to forklaringer. For det første er befolkningsveksten i Akershus forventet å være kraftigere enn veksten i Oslo. For det andre bygges det nå i gjennomsnitt større bolighus i Akershus enn i Oslo, og dette er en trend som sannsynligvis vil fortsette.

Figur 28 viser basisscenarioet for forbruk av elektrisk energi i Akershus fordelt på fem bruksområder.



Figur 28 Basisscenario for Akershus fordelt etter hovedgrupper.

Figur 29 viser basisscenarioet for forbruk av elektrisk energi i Oslo fordelt på bruksområder.

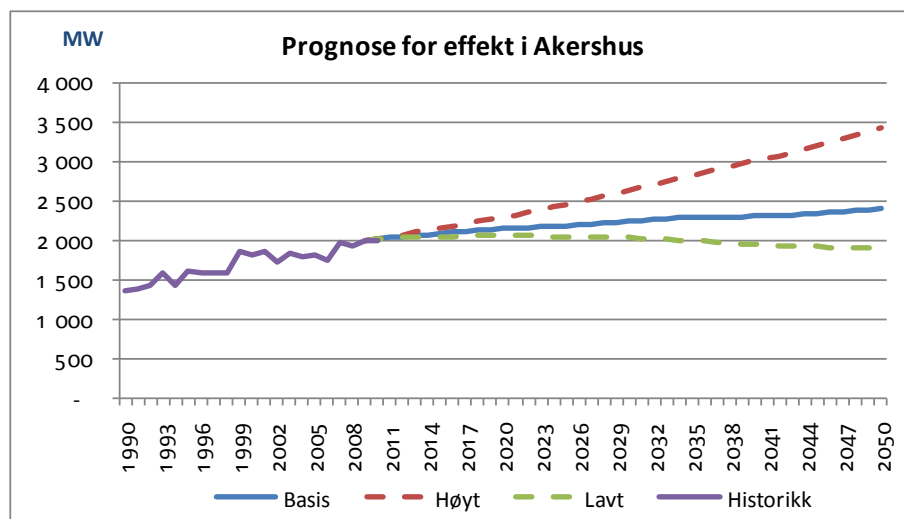


Figur 29 Basisscenario for Oslo fordelt etter hovedgrupper.

Alternative brensel (Annet enn el i figuren) oppnår en større markedsandel i Oslo enn Akershus. Dette kan i hovedsak forklares med at Oslo er godt egnet for videre utbygging av fjernvarme. Videre ser vi at energiforbruket til elbiler øker mer i Akershus enn i Oslo. Dette er fordi antall biler per innbygger er høyere i Akershus enn i Oslo. Dette er antakelig også en trend som vil fortsette fremover ettersom Oslo opplever et stadig større press på de tilgjengelige arealene og antall nye parkeringsplasser vil bli begrenset.

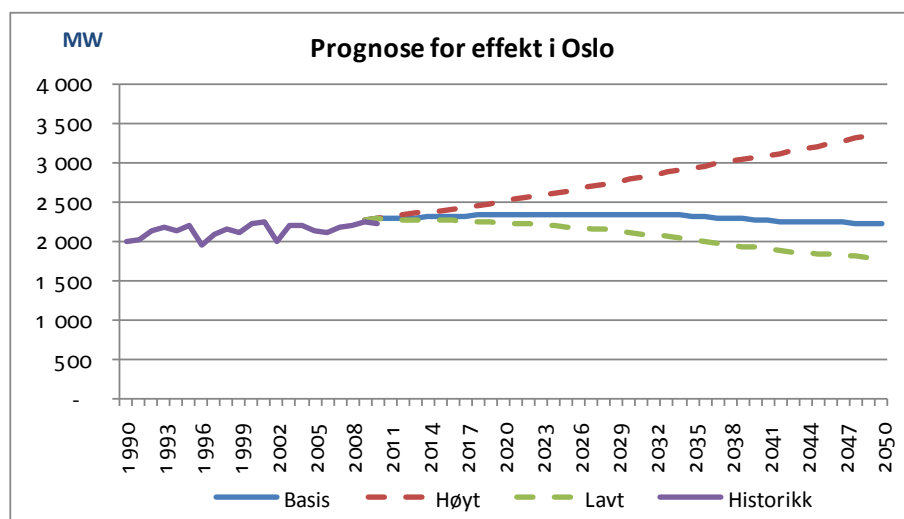
7.2.2 Elektrisk effekt

Figur 30 viser historisk utvikling og fremtidige scenarier for effektforbruk i Akershus.



Figur 30 Scenarier for prognose på elektrisk effekt i Akershus.

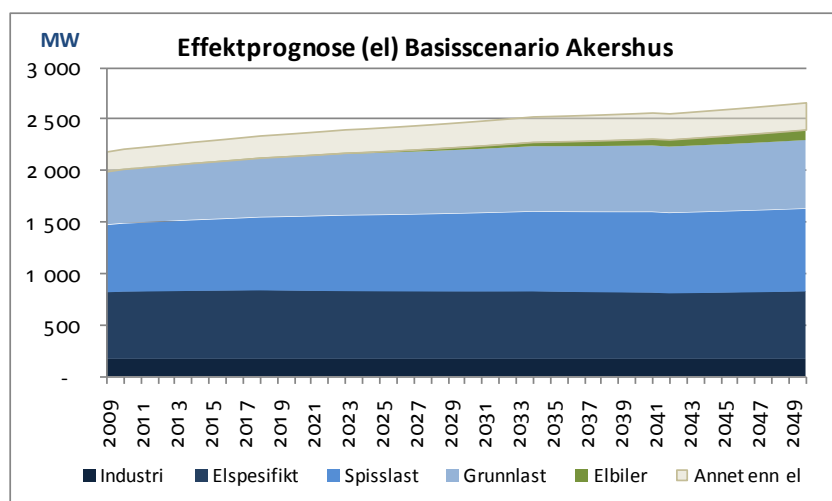
I basisscenarioet ser vi at effektforbruket i Akershus stiger jevnt fra 2 000 MW i 2010 til 2 400 MW i 2050. Figur 31 viser historisk utvikling og fremtidige scenarier for effektforbruk i Oslo.



Figur 31 Scenarier for prognose på elektrisk effekt i Oslo.

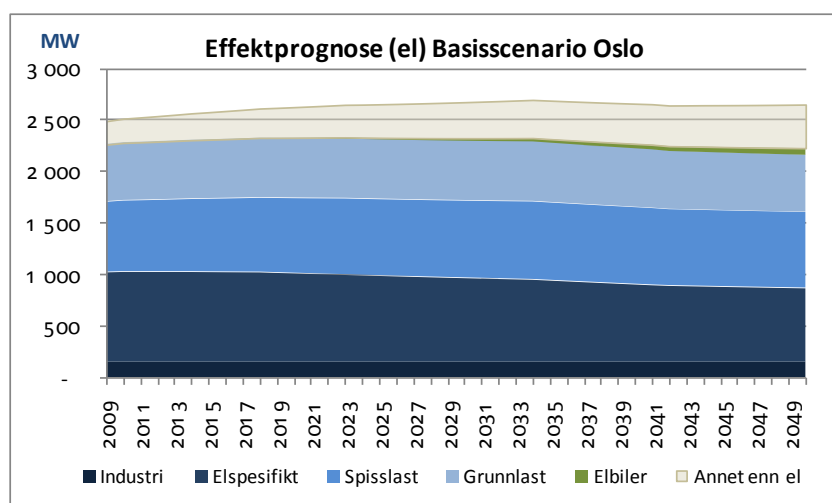
I basisscenarioet for Oslo stiger effektforbruket marginalt til 2 300 MW i 2023, før det flater ut og avtar mot 2 200 MW i 2050. Forklaringen på forskjellene mellom Oslo og Akershus er lik som den var for utviklingen i energiforbruket; høyere befolkningsvekst, større bolighus og flere biler per innbygger i Akershus.

Figur 32 viser basisscenarioet for effektforbruket i Akershus fordelt på bruksområder.



Figur 32 Basisscenario for Akershus fordelt etter hovedgrupper.

Figur 33 viser basisscenarioet for effektforbruket i Oslo fordelt på fem bruksområder. Det er en større grad av fjernvarmeutbygging i Oslo enn Akershus som gir en høyere vekst i effekt levert fra annet enn el.



Figur 33 Basisscenario for Oslo fordelt etter hovedgrupper.

7.3 Kommunevis

7.3.1 Elektrisk energi

Tabell 11 oppsummerer basisscenarioet i energiprognozen per kommune mot 2030. Forskjellene i veksten i energiforbruket mellom kommunene har flere årsaker. For det første er befolkningsveksten forskjellig i alle kommuner. Derneft vil både byggsammensetningen, og byggstørrelsene variere fra kommune til kommune. Begge disse faktorene vil påvirke det totale energi- og effektforbruket i kommunene. Videre er enkelte kommuner bedre egnet for utbygging av fjernvarme enn andre, og følgelig vil dette påvirke hvor stor andel av oppvarmingen som skjer med elektrisitet.

Tabell 11 Energiprognoose (el) per kommune fra 2010 – 2030 i Basisscenario.

GWh Basisscenario	2010	2015	2020	2025	2030	Vekst 2010- 2030
Asker	889	933	968	988	1 011	14 %
Aurskog-Høland	217	228	237	244	251	16 %
Bærum	1 561	1 644	1 706	1 738	1 782	14 %
Eidsvoll	256	271	285	294	305	19 %
Enebakk	109	117	124	129	135	25 %
Fet	127	134	139	143	148	17 %
Frogn	187	197	204	209	215	15 %
Gjerdrum	64	70	75	79	83	30 %
Hurdal	41	42	42	42	42	1 %
Lørenskog	499	526	546	555	567	14 %
Nannestad	123	131	137	141	146	19 %
Nes (Ak.)	248	257	263	267	271	9 %
Nesodden	215	227	237	244	251	17 %
Nittedal	307	321	332	339	347	13 %
Oppegård	284	296	306	311	319	12 %
Oslo kommune	9 298	9 573	9 749	9 759	9 781	5 %
Rælingen	148	155	160	164	169	14 %
Skedsmo	967	1 020	1 064	1 092	1 124	16 %
Ski	398	415	426	430	436	10 %
Sørums	199	220	239	255	273	37 %
Ullensaker	715	770	817	849	883	24 %
Vestby	204	218	229	235	243	19 %
Ås	292	323	349	367	386	32 %
Totalt	17 348	18 086	18 635	18 875	19 171	11 %

Tabell 12 oppsummerer høyt scenario per kommune frem mot 2030.

Tabell 12 Energiprognose per kommune fra 2010 til 2030 i Høyt scenario.

GWh Høyt scenario	2010	2015	2020	2025	2030	Vekst 2010-2030
Asker	892	973	1 056	1 139	1 203	35 %
Aurskog-Høland	217	236	256	276	293	35 %
Bærum	1 570	1 727	1 888	2 051	2 171	38 %
Eidsvoll	256	282	309	337	360	41 %
Enebakk	109	121	135	148	160	47 %
Fet	127	139	150	163	173	36 %
Frogn	188	205	224	242	257	37 %
Gjerdrum	65	73	82	92	100	55 %
Hurdal	41	43	45	46	47	16 %
Lørenskog	502	554	607	658	694	38 %
Nannestad	124	137	150	164	175	41 %
Nes (Ak.)	249	266	284	301	315	27 %
Nesodden	215	236	257	279	296	37 %
Nittedal	308	333	359	385	407	32 %
Oppegård	285	309	333	357	377	32 %
Oslo kommune	9 359	10 086	10 861	11 656	12 226	31 %
Rælingen	149	161	174	188	200	34 %
Skedsmo	971	1 071	1 175	1 284	1 371	41 %
Ski	400	434	469	503	527	32 %
Sørums	199	230	264	299	331	66 %
Ullensaker	718	812	911	1 013	1 091	52 %
Vestby	205	228	252	276	295	44 %
Ås	293	338	385	431	469	60 %
Totalt	17 441	18 995	20 623	22 289	23 537	35 %

7.3.2 Elektrisk effekt

Tabell 13 oppsummerer basisscenarioet i effektprognosene per kommune frem til 2030.

Tabell 13 Effektforbruk per kommune fra 2010 til 2030 i basisscenario.

MW Basisscenario	2010	2015	2020	2025	2030	Vekst 2010- 2030
Asker	223	227	231	232	234	5 %
Aurskog-Høland	58	60	61	62	63	8 %
Bærum	432	448	460	469	479	11 %
Eidsvoll	61	63	65	66	68	10 %
Enebakk	29	30	31	32	33	14 %
Fet	29	30	30	31	32	9 %
Frogn	47	48	49	50	51	8 %
Gjerdrum	15	16	17	17	18	25 %
Hurdal	12	12	12	12	12	-4 %
Lørenskog	130	135	138	141	143	10 %
Nannestad	29	31	32	33	34	15 %
Nes (Ak.)	47	48	49	49	49	4 %
Nesodden	56	57	59	60	60	8 %
Nittedal	73	74	76	77	78	8 %
Oppegård	76	77	77	78	78	3 %
Oslo kommune	2 281	2 312	2 331	2 331	2 326	2 %
Rælingen	32	33	33	34	34	7 %
Skedsmo	228	236	244	250	257	13 %
Ski	101	103	104	105	105	4 %
Sørums	47	50	54	57	60	28 %
Ullensaker	171	180	189	197	205	20 %
Vestby	55	57	59	60	62	14 %
Ås	67	71	74	77	79	18 %
Totalt	4 298	4 398	4 475	4 519	4 561	6 %

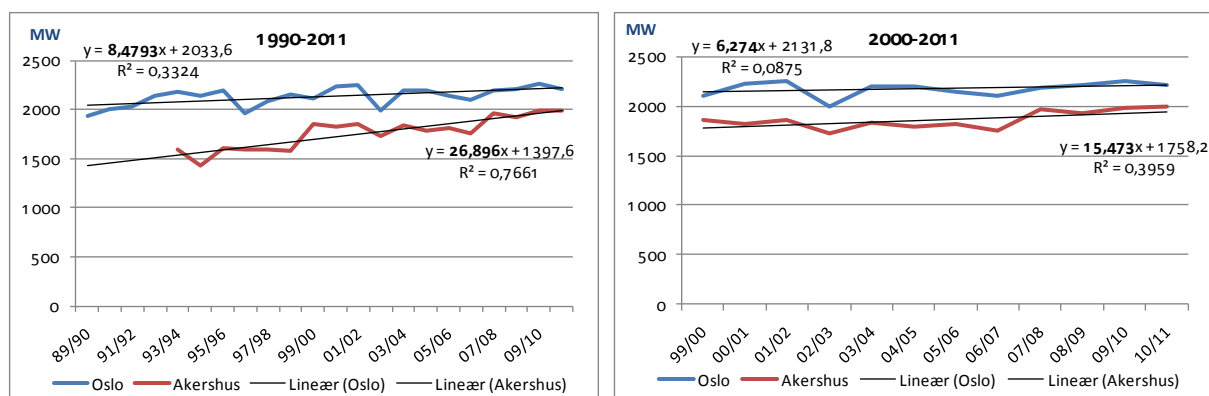
Tabell 14 presenterer høyt scenario for effektforbruket frem mot 2030

Tabell 14 Effektforbruk per kommune fra 2010 til 2030 i Høyt scenario.

MW Høyt scenario	2010	2015	2020	2025	2030	Vekst 2010-2030
Asker	223	234	246	259	273	23 %
Aurskog-Høland	58	62	65	69	73	25 %
Bærum	434	464	494	529	569	31 %
Eidsvoll	62	65	69	74	80	30 %
Enebakk	29	31	33	36	39	34 %
Fet	29	31	32	35	37	28 %
Frogn	47	50	52	56	59	25 %
Gjerdrum	15	16	18	20	22	48 %
Hurdal	12	13	13	13	13	6 %
Lørenskog	130	139	148	158	168	29 %
Nannestad	29	32	34	37	40	35 %
Nes (Ak.)	48	50	52	54	58	21 %
Nesodden	56	59	62	65	69	24 %
Nittedal	73	77	81	85	91	25 %
Oppegård	76	80	83	88	94	24 %
Oslo kommune	2 285	2 392	2 507	2 640	2 780	22 %
Rælingen	32	34	36	38	41	27 %
Skedsmo	229	244	261	281	302	32 %
Ski	101	106	111	117	123	22 %
Sørums	47	52	58	65	72	54 %
Ullensaker	171	186	203	222	242	42 %
Vestby	55	59	63	67	72	33 %
Ås	67	73	78	85	91	37 %
Totalt	4 307	4 547	4 801	5 092	5 409	26 %

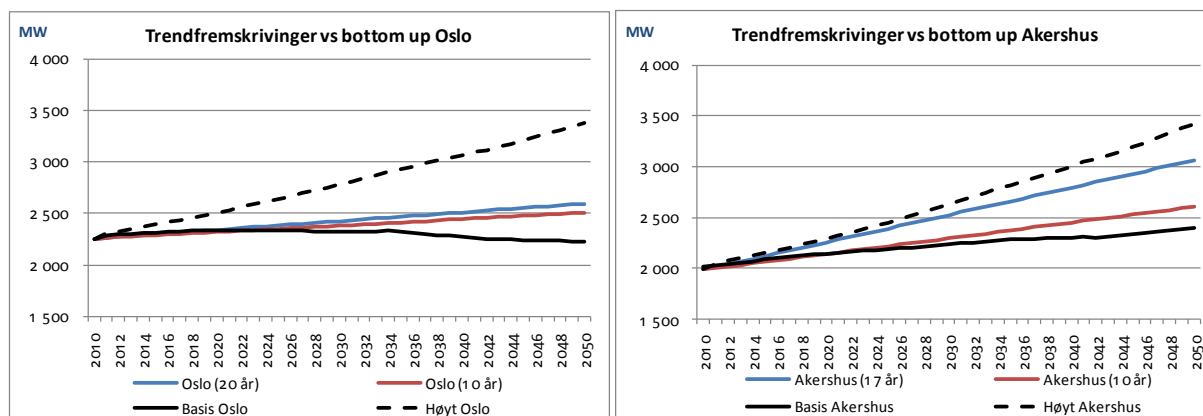
7.4 Sammenligning basisscenario mot trendfremskrivinger for effekt

Vi finner det hensiktsmessig å sammenligne prognosene mot historisk trend. Tidsperioden man legger til grunn i en slik trendfremskriving er imidlertid viktig for resultatet. Vi har derfor benyttet to fremskrivinger av det totale effektforbruket hvor vi ser henholdsvis 10 og 20 år tilbake. Figur 34 viser trenden i det totale effektforbruket i hhv Oslo og Akershus. Som vi ser er trenden i Akershus mer stigende enn i Oslo.



Figur 34 Historisk trend i totalt effektforbruk i Oslo og Akershus.

Med utgangspunkt i faktisk effektforbruk i 2010 og trendleddene vist i figuren over, kan vi gjøre rene trendfremskrivinger av effektforbruket (også kjent som linjalmetoden). Hvis vi benytter trenden fra de siste 20 årene, vil det gi et høyere forbruk fremover i tid enn hvis man bruker trenden for kun de siste årene. Trenden de siste årene har altså vært en avtakende vekst. Figur 35 viser trendfremskrivingene av det totale effektforbruket og sammenligner dette med basisscenario og høyt scenario fra vår bottom-up modellering.



Figur 35 Vårt basisscenario og Høyt scenario for totalt effektforbruk sammenlignet mot rene trendfremskrivinger i Oslo og Akershus.

Som vi ser av figuren ligger vårt basisscenario likt som 10-års trendfremskriving frem til 2023, hvor vårt scenario reduseres i forhold til den rene trendfremskrivingen. Dette bruddet er forventet ut fra at innfasingen av nye og strammere energi- og effektkrammer etter hvert får betydelige virkninger. For Oslo ser vi at også 20-års trendfremskriving er likt med vårt basisscenario frem til 2020. Høyt scenario ligger over trendfremskrivingene både for Oslo og Akershus. Årsaken til at den ligger høyere over i Oslo enn i Akershus, er at trendfremskrivingene i Oslo har en betydelig lavere vekst enn i Akershus.

8 Usikkerhet

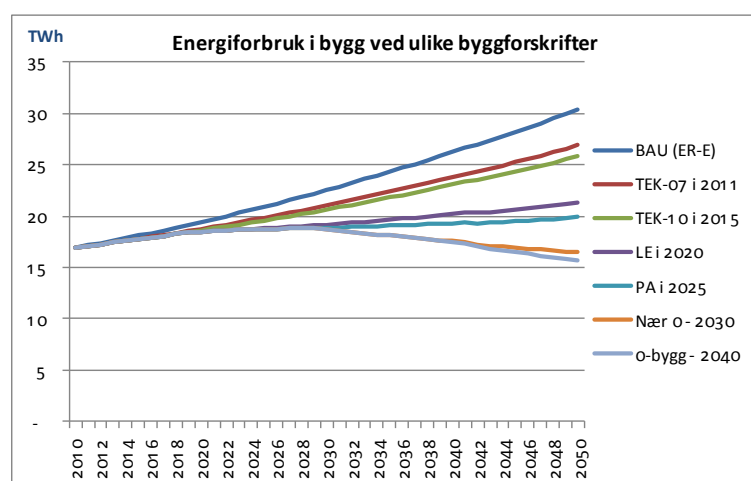
8.1 Nye byggforskrifter

Kort oppsummert: Dette kapitlet kvantifiserer de viktigste usikkerhetsmomentene i scenarioanalysen. Konsekvensene av nye tekniske byggforskrifter analyseres. Konsekvenser av forsinket innføring og ulike nivåer av avvik fra standardene kvantifiseres. De viktigste usikkerhetsmomentene i analysen er innføringstidspunkt for nye tekniske forskrifter, hvor mye høyere enn forventet energi- og effektbruken blir. For utviklingen i effektforbruker også utberedelse av elbiler, og hvordan disse lades et stort usikkerhetsmoment.

8.1.1 Virkninger av de ulike forskriftene

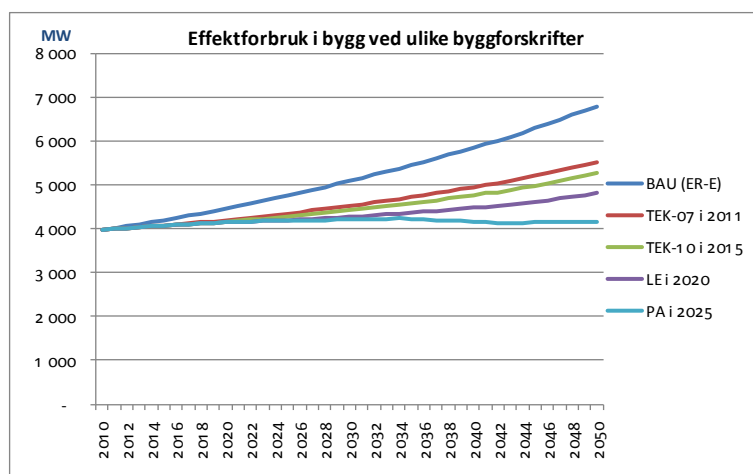
Tallene i dette kapitlet er ikke selvstendige prognoser for energi- og effektforbruk, de er kun ment å gi dypere innsikt i effektene av nye byggforskrifter. Vi antar her at energirammene introduseres i årene angitt i figurene, ellers er øvrige antakelser som i basisscenarioet.

Figur 36 viser hvordan forbruket av elektrisk energi i bygg i Oslo og Akershus samlet ville utviklet seg med ulike forutsetninger for byggforskrifter. Merk at vi her ser kun på forbruk i bygg. Grafen leses ovenfra og ned. Hvis standarden fremover ble som dagens gjennomsnittlige forbruk per m², ville energiforbruket blitt som den øverste linjen (BAU). Som vi ser vil spesielt TEK-07, som allerede er innført, og standarden for lavenergibygg gi betydelige reduksjoner i energiforbruket.



Figur 36 Endring i forbruket av elektrisk energi i bygg ved innføring av nye tekniske byggforskrifter.

Figur 37 viser hvordan forbruket av elektrisk effekt i bygg i regionen ville utviklet seg med ulike forutsetninger for byggforskrifter. Merk at vi her ser kun på forbruk i bygg. Her er den nederste linjen passivhus, ettersom vi tror egenproduksjonen av effekt i de videre energirammene neppe vil forekomme i Norge.

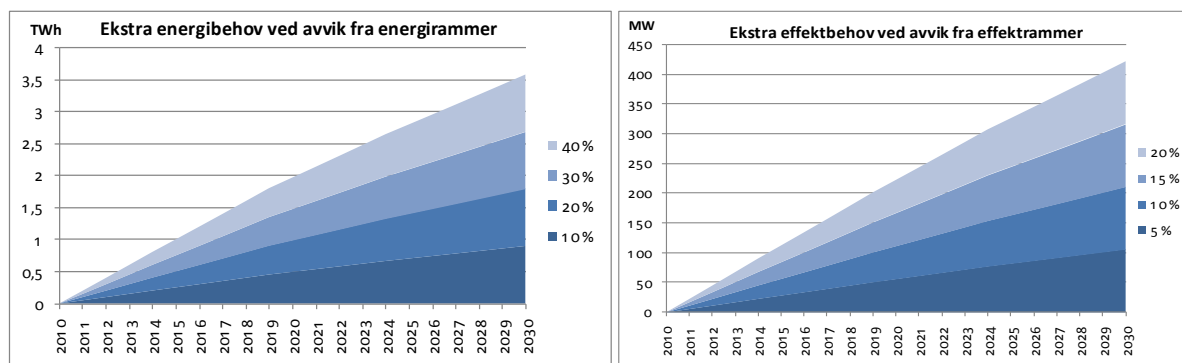


Figur 37 Endring i forbruket av elektrisk effekt i bygg ved innføring av nye tekniske byggforskrifter.

8.1.2 Konsekvenser av høyere forbruk enn beregnet

Som beskrevet i kapittel 3.7 er ofte det faktiske elektriske energiforbruket høyere enn hva som er beregnet i de tekniske forskriftene. Det er sannsynlig at dette også til en viss grad gjelder forbruk av effekt. Dette er en viktig usikkerhet i analysene, og det finnes lite dokumentert kunnskap på dette området.

I disse beregningene tar vi utgangspunkt i forutsetningene gjort i basisscenario, og endrer kun på størrelsen på avviket i energi- og effektforbruk i forhold til rammene. Figur 38 viser hvor mye energi- og effektforbruket vil øke fremover mot 2030 med ulike størrelser for avvik.

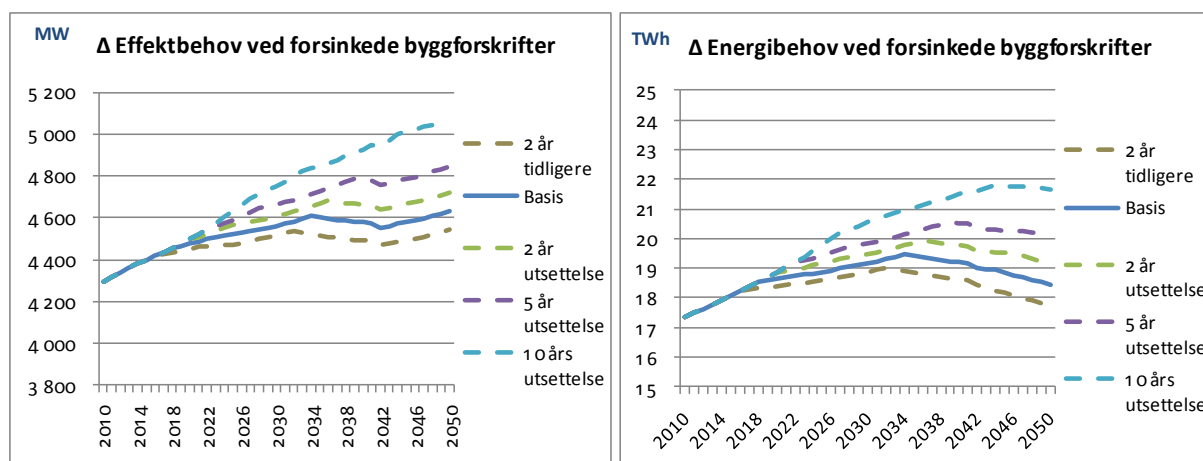


Figur 38 Ekstra energi- og effektforbruk ved ulike avvik fra energirammene over tid.

Som vi ser vil 40 % avvik fra nye energirammer utgjøre om lag 3,5 TWh i 2030. Et 20 % avvik i effektrammer vil utgjøre i overkant av 400 MW i 2030.

8.1.3 Konsekvenser av forskyving i tid

Det er knyttet stor usikkerhet rundt når de nye byggeforskriftene for lavenergi- og passivbygg introduseres. Vi tar her utgangspunkt i forutsetningene gjort i basiscase, og endrer introduksjonsåret for alle energi- og effektrammer som kommer etter lavenergistandarden. Introduksjonsåret for TEK-07 og TEK-10 holdes uendret ettersom dette er allerede vedtatte forskrifter. Figur 39 viser hvordan det totale energi- og effektforbruket vil endre seg for fem forskjellige scenarier.



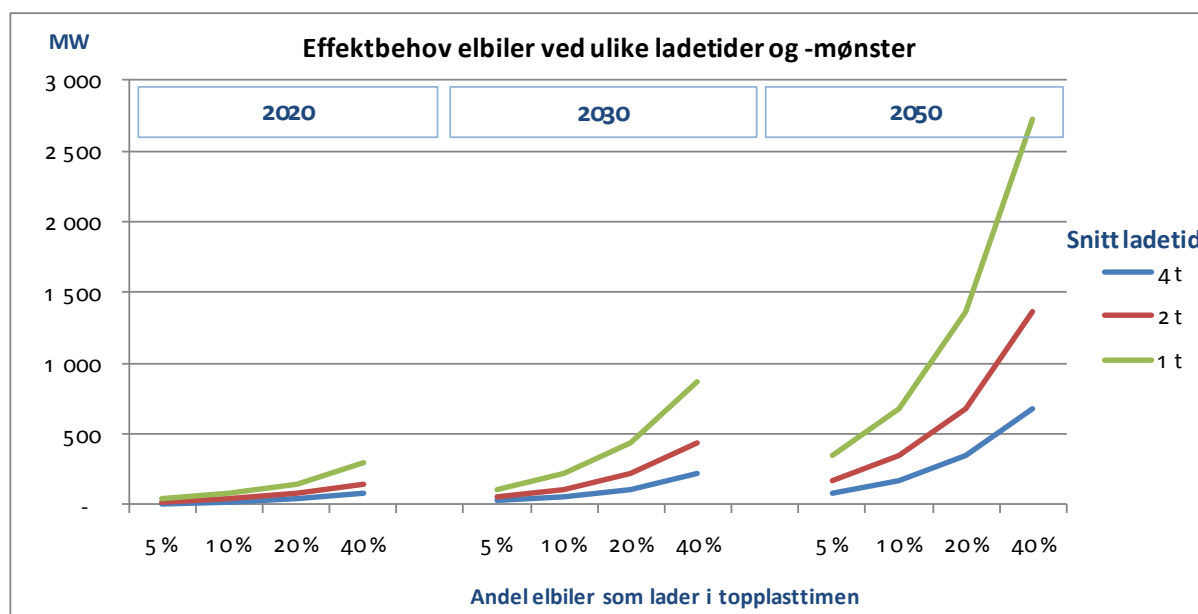
Figur 39 Endring i totalt forbruk av elektrisk energi og effekt hvis byggeforskriftene forsinkes i forhold til i basiscase.

Vi ser at hvis introduksjon en av energi- og effektrammer forsinkes med 5 år, øker effekt- og energiforbruket i 2050 med om lag 200 MW og i overkant av 1,5 TWh.

8.2 Elektriske personbiler

Det er effektforbruket ved lading av elbiler som er viktig med tanke på nettet, ikke hvor mye energi som brukes over året. Vi fokuserer derfor på effekt her.

De to viktigste variablene er antall elbiler, gjennomsnittlig ladetid, og hvor stor andel av ladingen som skjer i topplast. Figur 40 viser effektforbruket til elektriske personbiler i 2020 og 2030 ved ulike ladetider og antakelser for hvor mye av ladingen som skjer i topplasttiden. Vi har her antatt at 35 % av bilene i 2030 er elbiler, og 90 % i 2050. Dette er de samme antakelsene som i basisscenarioet.

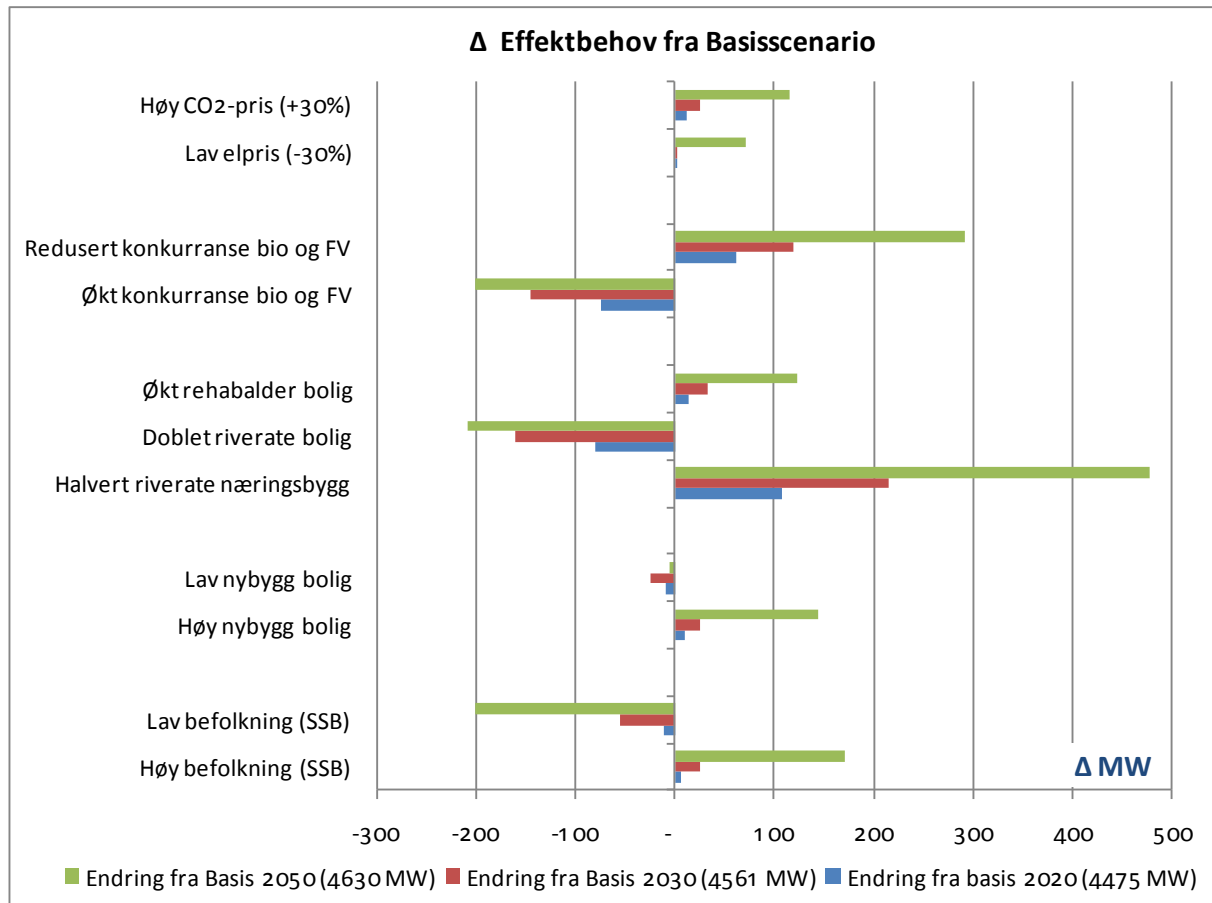


Figur 40 Effektforbruket til elbiler i topplasttiden, som funksjoner av gjennomsnittlig ladetid og hvor stor andel av ladingen som vil skje i topplasttiden.

I 2020 vil påvirkningen fra elbiler være begrenset med mindre hurtiglading blir svært utbredt og mye av ladingen foregår i topplasttiden. Både utfallsrommet og påvirkningen er da langt større i 2030 og 2050.

8.3 Andre sensitiviteter

Utslagene fra andre usikre parametere i modellen er ikke like store hver for seg, men samlet vil de også kunne ha betydelig innvirkning på effektforbruket. I disse sensitivitetskjøringene tas det utgangspunkt i forutsetningene for basisscenarioet, og det endres på en parameter om gangen. Figur 41 oppsummerer denne sensitivitetsanalysen og viser hvordan effektforbruket i 2020, 2030 og 2050 endres når vi endrer en og en forutsetning i forhold til basisscenario. Vi har ikke vurdert sannsynligheten for de forskjellige utfallene.



Figur 41 Endring i effektforbruk i forhold til basiscase når en og en variabel endres om gangen.

En kortfattet forklaring til de ulike sensitivitetskjøringene gis i Tabell 15.

Tabell 15 Forklaring til antakelsene i sensitivitetsanalysene.

Kjøring	Forklaring
Høy CO ₂ -pris (+30%)	Pris på fossile brensel (ikke el) økt med 30 %
Lav elpris (-30%)	Pris på el redusert 30 %
Redusert konkurranse bio og FV	El blir dominerende oppvarmingsteknologi, tilsvarer antakelsen i Høyt scenario
Økt konkurranse bio og FV	Økende overgang til bio og fjernvarme, tilsvarer antakelsene i Lavt scenario
Økt rehabilider bolig	Tidsintervall mellom rehabiliteringer økt fra 50 til 80 år
Doblet riverate bolig	Levealder på boliger redusert fra 200 til 100 år
Halvert riverate næringsbygg	Levealder på næringsbygg økt fra 100 til 200 år
Lav nybygg bolig	Byggstørrelser avtar over tid
Høy nybygg bolig	Byggstørrelser øker noe over tid
Lav befolkning (SSB)	SSBs lave prognose

9 Konklusjoner

Formålet med denne rapporten er å etablere prognoser for forbruket av elektrisk energi og effekt i Oslo og Akershus frem mot 2050.

Av den totale energibruken i Oslo og Akershus i 2009 var 78 % elektrisk energi, noe som understreker viktigheten av elektrisitet til oppvarming og andre formål. Forbruket i regionen domineres av forbruk i bygg, Boliger og næringsbygg er de klart største segmentene, og stod i 2009 for om lag 90 % av det totale forbruket av elektrisk energi. Den lokale kraftproduksjonen i Oslo og Akershus er i dag marginal. Potensialet for ny lokal, regulerbar kraftproduksjon synes med dagens teknologier å være lavt. Oslo og Akershus vil derfor også i fremtiden være avhengige av overføring av elektrisitet via sentralnettet fra andre landsdeler.

Befolkningsutvikling er en svært viktig faktor for utviklingen i forbruket av både energi og effekt. Når befolkningen øker, øker også behovet for boliger og næringsbygg. Oslo og Akershus har hatt en betydelig befolkningsvekst de siste tiårene, og denne ser ut til å fortsette.

Vi har vist at energieffektivisering også fører til redusert effektforbruk samlet sett, selv om enkelte energisparingstiltak faktisk kan bidra til å øke effektforbruket. Energieffektivisering er på den politiske agendaen både i Norge og i EU. Virkemidlene som benyttes er i hovedsak direkte reguleringer gjennom forskrifter som stiller maksimumskrav til energi- og effektforbruk i bygninger. I 2004 vedtok Norge et EU-direktiv om energibruk i bygg. Dette direktivet stiller krav til at tekniske forskrifter for energibruk i bygg oppdateres og strammes inn hvert 5. år, og er også bakgrunnen for energimerkeordningen som ble iverksatt fra 2010. En ytterligere innstramming av dette direktivet er vedtatt i EU, hvor det stilles krav til at nye bygg fra 2021 er nær-null bygg. Dette oppdaterte direktivet er nå til behandling hos OED. Uansett om denne oppdateringen blir vedtatt av OED eller ikke, forventer vi at innføring av standarder for lavenergi- og passivbygg vil komme. Det er ikke per i dag vedtatt noen tidsplan for innføring av disse standardene i Norge, men med dagens politiske fokus på området virker det sannsynlig at disse vil innføres.

En annen viktig forutsetning er at virkemidlene for energieffektivisering virker etter hensikten. Det er i dag lite dokumentasjon på hvordan det faktiske energi- og effektforbruket er i forhold til det teoretisk beregnede forbruket som oppgis i de tekniske byggforskriftene. Historisk sett har gevinsten fra energieffektivisering ofte vært hentet ut i økt inneklima istedenfor redusert energibruk. Den første virkelige innstramningen av byggforskriftene kom i 2007 (TEK 07). Ettersom slike virkemidler kun påvirker nye- og rehabiliterte bygg, vil det ta tid før man kan forvente å se virkningene. Det er imidlertid ikke tvil om at nye byggeforskrifter i dag vil redusere behovet for både energi- og effekt betydelig i forhold til eldre bygg.

Av nye forbruksgrupper er det elektrifisering av bilparken som i dag fremstår som det største usikkerhetsmomentet, og behandles grundig i prognosene. Elektrifisering av bybussene i Oslo kan også være aktuelt frem mot 2050, og vil kunne utgjøre i underkant av 50 MW. Landstrøm til skip er forventet å kunne utgjøre om lag 30 MW innen 2025. Nettskyer og serverparker vil kunne utgjøre 100 MW per etablering. Når og hvor slike installasjoner vil kunne komme er imidlertid svært usikkert.

På grunn av strengere krav til blant annet isolasjon, vil varmeløsninger i nye bygg ha en kortere brukstid enn i dag. Dette vil favorisere teknologier med lave investeringskostnader, og representerer en betydelig utfordring for teknologier basert på vannbårne systemer. Analysen viser at teknologier

for punktoppvarming har en kostnadsmessig fordel i små bygg (< 500 m²), og disse byggene utgjør en stor andel av det totale markedet. Nye byggeforskrifter vil øke andelen bygg med vannbåren varme over tid, men det vil være rimelig å forvente at elektrisitet også i fremtiden vil være den dominerende energibæreren.

Prissensitiviteten i forbruket har historisk vært svært liten. Med innføring av AMS og smartgrid kan man i fremtiden tenke seg å kunne styre forbruk bort fra topplasttiden, og på denne måten avlaste nettet. Det er imidlertid for tidlig å si noe om hvordan og hvor store utslag denne teknologiutviklingen vil kunne gi.

Det er etablert tre scenarioer for forbruksprognoser av elektrisk energi og effekt. Basisscenarioet er middelalternativet og det anser vi for å være mest sannsynlig. Høyt scenario utgjør en øvre grense for hvor høyt vi mener forbruket kan bli, ut fra de forholdene vi kjenner i dag. Lavt scenario utgjør en nedre grense for hvordan vi tror forbruket vil kunne utvikle seg. Spredningen i de tre scenarioene er stor, noe som understreker usikkerheten på forbrukssiden fremover. Kraftfulle virkemidler er introdusert i byggsektoren og vil strammes inn i årene som kommer, den reelle effekten av disse virkemidlene finnes det i dag lite dokumentasjon om. I hvilken grad bilparken elektrifiseres er også et viktig usikkerhetsmoment med tanke på effektforbruk.

På tross av forventinger om sterk befolkningsvekst i årene fremover gir vårt basisscenario ingen stor vekst i forbruket av elektrisk energi- og effekt. Dette er i seg selv imidlertid ikke noe trendbrudd eller noe helt nytt. Det totale effektforbruket i Oslo har i perioden 1994-2010 økt med kun 1 % i Oslo i en periode med 25 % befolkningsvekst. Den klare sammenhengen mellom økonomisk vekst og økt energiforbruk vi så på 1970 og 1980-tallet har vært klart avtakende siden 1993. Strømregningen utgjør i dag en liten del av husholdningens totale kostnader, og det er derfor liten grunn til å tro at sammenhengen mellom økonomisk vekst og energi- og effektforbruk igjen skal bli sterkere.

I Basisscenarioet øker totalt forbruk av elektrisk energi i et klimamessig normalår fra 16,8 TWh i 2009 til 19,4 TWh i 2035, hvor forbruket avtar gradvis mot 18,5 TWh i 2050. Det rekordhøye forbruket i 2010 på 17,8 TWh skyldes i hovedsak et kaldere år enn normalt. Økt byggareal som følge av en fremdeles sterk befolkningsvekst, spesielt i Akershus, er den viktigste faktoren som trekker opp. Nye byggeforskrifter er den viktigste faktoren som trekker forbruket ned. Forbruket i Akershus øker i dette scenarioet fra 7,6 TWh i 2009 til 9,7 TWh i 2042, hvor det flater ut frem mot 2050. I Oslo er forbruket ventet å øke fra 9,3 TWh i 2009 til 9,8 TWh i 2035, hvor det flater ut og avtar mot 2050. Totalt forbruk av elektrisk effekt er ventet å øke fra 4 250 MW i 2009 til 4 600 MW i 2050. I tillegg til faktorene som påvirker energiforbruket vil ladebehovet til elbiler bidra til økt effektforbruk. Effektforbruket i Akershus forventes å øke fra 2 000 MW i 2009 til 2 400 MW i 2050. I Oslo forventes effektforbruket å øke marginalt fra 2 250 MW i 2009 til 2 330 MW i 2035, hvor det avtar mot 2050. Sammenlignet med historisk utvikling i effektforbruk siste 10 år både i Oslo og Akershus, ligger vårt basisscenario for effektforbruk på trend frem til om lag 2023, hvor vi får et brudd og forbruket flater ut.

I Høyt scenario øker det totale forbruket av elektrisk energi jevnt fra 16,8 TWh i 2009 til 28 TWh i 2050. Økt nybygging og svært lite gjennomslag for de nye byggeforskriftene utgjør den viktigste forskjellen i forhold til Basisscenario. I tillegg dominerer elbaserte oppvarmingsteknologier i enda større grad enn i dag i dette scenarioet. Totalt forbruk av elektrisk effekt øker fra 4 250 MW i 2009 til

6 800 MW i 2050. Manglende gjennomslag for nye byggforskrifter og utstrakt bruk av hurtiglading til elbiler utgjør hovedforskjellene fra basisscenario.

I Lavt scenario øker totalt forbruk av elektrisk energi fra 16,8 TWh i 2009 til 17,8 TWh i 2016, hvor det flater ut og etter hvert synker mot 13,5 TWh i 2050. Totalt forbruk av elektrisk effekt øker marginalt fra 4 250 MW i 2009 til 4 320 MW i 2015, hvor det avtar mot 3 700 MW i 2050. Lav nybygging og kraftig gjennomslag for de nye byggforskriftene utgjør den viktigste forskjellen i forhold til Basisscenario. I tillegg får oppvarmingsteknologier basert på elektrisitet større konkurranse fra bioenergi og fjernvarme. Elbiler dominerer i 2050, men hurtiglading brukes i liten grad.

Den store spredningen i disse scenarioene viser at usikkerheten i forbruksutviklingen fremover er betydelig. De eksisterende og fremtidige byggeforskriftene er svært viktige for fremtidig forbruk av energi og effekt. Både tidspunkt for implementering og avvik fra forventet forbruk er viktige parametere som gir betydelige utslag gjennom hele perioden. I basisscenarioet har vi antatt at det faktiske forbruket av effekt vil være 10 % høyere enn det som forutsettes i forskriftene. Hvis virkeligheten blir at effektforbruket vil være 20 % høyere enn forutsatt, vil det utgjøre 200 MW ekstra i 2030, en økning på 4 % fra basiscase. Hvis implementeringen av forskriftene forsinkes med 5 år, vil dette gi et økt effektforbruk på 100 MW i 2030, en økning på litt over 2 % fra basiscase. Forsinkes implementeringen 10 år, øker effektforbruket i 2030 med 200 MW, eller litt over 4 % i 2030 i forhold til basiscase.

Effektforbruket fra elbiler er en viktig faktor med et stort utfallsrom langt frem i tid. Lades bilene over tid på natten, vil effektforbruket i liten grad bli påvirket. Blir derimot hurtiglading om dagen en utbredt løsning, vil konsekvensene kunne være betydelige mellom 2030 og 2050. Hvis gjennomsnittlig ladetid blir 1 time og 40 % av bilene lader i toppplasttiden, vil det kunne utgjøre om lag 800 MW i 2030, en økning på 16 % fra basisscenarioet. Installasjon av hurtigladestasjoner i private hjem er i dag så dyrt at det vil være uaktuelt for de fleste. Det er også trolig at hurtiglading på stasjoner vil ha en kostnad som gjør at de fleste vil foretrekke å lade bilen hjemme. Videre er en svært stor andel av kjøreturene relativt korte, noe som vil begrense behovet for å lade underveis. Per i dag virker det derfor lite sannsynlig at hurtiglading vil bli svært utbredt.

Andre forhold som vil kunne gi økt effekt- og energiforbruk i forhold til basiscase er hvis utberedelsen av fjernvarme og bioenergi reduseres og erstattes med elektrisitet. Økt levealder på bygg før de rehabiliteres og rives, kraftigere befolkningsvekst, lavere elpriser og økt nybygging er andre faktorer som vil kunne øke forbruket utover basiscase. Hver for seg utgjør ikke disse faktorene betydelige volumer, men samlet sett kan de få stor betydning.

Resultatene og konklusjonene i denne analysen er basert på en lang rekke forutsetninger. En fremskrivingsmodell vil aldri klare å speile virkeligheten, og resultatene må derfor tolkes i lys av dette. Usikkerheten i de ulike estimatene er forsøkt belyst i de ulike kapitlene. En slik prognose baseres på det man har av tilgjengelig informasjon på analysetidspunktet. Ny og mer presis informasjon vil komme til, og en slik prognose bør oppdateres med jevne mellomrom, minimum hvert 5. år. Spesielt vil det være viktig å følge utviklingen nøye på de faktorene som er trukket frem som de viktigste usikkerhetsmomentene. Eksempler på dette er hva som kommer av studier på faktisk vs forventet forbruk i bygg, om det kommer en handlingsplan fra KRD på når de nye byggforskriftene skal innføres og teknologiutvikling på elbiler og ladestasjoner.

10 Ordliste

Energi vs effekt: Forbruket av elektrisk energi beregnes som forbrukt effekt multiplisert med tid. Når vi i rapporten snakker om forbruk av elektrisk energi, er det da summen av forbruket over gitte tidsperioder. Når vi snakker om effekt, er det i denne sammenhengen det maksimale effektforbruket som er interessant.

Energi og effektrammer er en teoretisk beregning av hvor mye energi- og effekt et bygg skal bruke til ulike formål. Beregningene baseres på forventet energibehov ut fra blant annet tekniske forskrifter. Der det foreløpig ikke foreligger tekniske forskrifter er det foretatt en vurdering av hvordan disse kan forventes å utvikle seg. I vedlegg 12.1.2 er oppbygging av energirammene nærmere beskrevet.

Grunnlast vs spisslast (topplast): Varmebehovet i et bygg svinger kraftig gjennom året og er langt høyere på vinteren enn på sommeren. Det er vanlig å ha to oppvarmingsteknologier for å dekke sitt totale behov. Grunnlastteknologien har ofte en høy investeringskostnad, men lave driftskostnader. Dette er altså hovedvarmekilden, den teknologien du vil bruke mest mulig gjennom hele året. For å minimere investeringskostnaden, men også å ha backup i tilfelle hovedvarmekilden skulle falle ut, er det vanlig å investere i en spisslastteknologi. Spisslastteknologier kjennetegnes av lave investeringskostnader, men høye driftskostnader. Denne ønsker du derfor kun å bruke i de periodene i året hvor grunnlasten ikke alene kan dekke varmebehovet, typisk i kalde perioder på vinteren. Et praktisk eksempel kan være at man har en varmepumpe som går året rundt, og en panelovn som man bruker de kaldeste dagene.

Elspesifikt forbruk vs termisk forbruk: Energi- og effektforbruket i et bygg kan deles opp i elspesifikt- og termisk forbruk. Elspesifikt forbruk er den delen av forbruket som kun kan leveres av elektrisitet, slik som belysning, teknisk utstyr, vifter og pumper. Det termiske forbruket er oppvarming og kjøling, og kan dekkes med flere alternative varmeløsninger slik som fjernvarme, bioenergi, varmepumper etc.

Omgivelsesvarme er den delen av varmepumpens varmeleveranse som hentes fra varmekilden. For en varmepumpe med virkningsgrad 3, vil 2/3 av varmeleveransen være definert som omgivelsesvarme mens 1/3 er elektrisitet.

Kjøling er her kjølebatterier (kjøling av ventilasjonsluft). I de tekniske forskrifter er det lagt til grunn at byggene skal utformes slik at det ikke er behov for romkjøling, mens det tillates kjøling av ventilasjonsluft.

Hurtiglading: Med "hurtig" menes i dag at man kan lade batteriet fra 0 opp til 80 % kapasitet på 15 – 30 minutter.

AMS, eller Automatiske Måler System, er en ny type strømmåler med automatisk avlesning minimum hver time som skal installeres i alle norske hjem innen 2018.

Smart Grid er en felles betegnelse for den moderniseringen som nå skal skje innen energisektoren og innbefatter blant annet toveiskommunikasjon fra produksjon til forbruk, instrumentering og nye avanserte IT systemer. Målsetningen er å tilrettelegge for bruk av fornybar energi, distribuert produksjon, og mer effektiv bruk av energi og overføringsnett.

Varmeløsninger omfatter lokale energisentraler (inkludert punktvarme), ny fjernvarme, fortetting av eksisterende fjernvarme og liten fjernvarme.

Kollektive varmeløsninger omfatter liten fjernvarme og fjernvarme (inkludert ny fjernvarme).

11 Siterte verk

Boasson, Elin Lerum. 2009. *Norks byggenenergipolitikk: mangfoldig og inkonsistent*. FNI rapport nr 9 : Fritjof Nansens Institutt, 2009.

Bye, Torstein, et al. 2010. *Flere og riktigere priser - Et mer effektivt kraftsystem*. s.l. : OED, 2010.

DNV. 2009. *Tiltaksanalyse - Krav om landstrøm for skip i norske havner*. Høvik : Det Norske Veritas, 2009.

E&Y. 2010. *Gauging interest for plug-in hybrid and electric vehicles in select markets*. s.l. : Ernst&Young, 2010.

EU Commision. 2011. Roadmap to a Single European Transport Area – Towards a competitive and resource efficient transport system. *White Paper*. 2011.

Grønn bil. 2010. Hovedprosjektet grønn bil. URL: <http://gronnbil.no/prosjektet/hovedprosjektet-groenn-bil-article19-140.html> : s.n., 2010.

Hafslund. 2011. Historisk effektforbruk (el) fra 1990 - 2010 for Oslo og Akershus. 2011.

Hafslund Nett. 2010. Erapp data per fylke for 2010. [Internett] 2010.

Holstad, Magne og Pettersen, Finn E. L. 2011. *Hvordan reagerer strømforbruket i allminnelig forsyning på endringer i spotpris?* s.l. : SSB, Økonomiske analyser 2/2011, 2011.

KLIF. 2009. *Klimakur 2020*. s.l. : Klima og Forurensningsdirektoratet, 2009.

KRD. 2010a. *Energieffektivisering av bygg*. Oslo : KRD, 2010a.

—. **2010b.** *Nye og meir miljøvennlege krav til energiforsyning i bygg*. Oslo : s.n., URL:http://www.regjeringen.no/upload/KRD/Vedlegg/BOBY/forskrift_om_endring_i_forskrift.pdf 5 2010b.

Lavenergiutvalget. 2009. *Energieffektivisering*. s.l. : OED/Sintef, 2009. http://www.sintef.no/upload/OED_Energieffektivisering.pdf.

Matrikkelen. 2011. *Norges eiendomsregister*. 2011.

MET. 2011. www.met.no. *Klimautvikling siste 150 år*. [Internett] 2011. [Sisert: 25 8 2011.] http://met.no/Klima/Klimautvikling/Klima_siste_150_ar/Regioner/Ostlandet/.

NVE. 2011. *Annual report 2010*. s.l. : http://nve.no/Global/Publikasjoner/Publikasjoner%202011/Diverse%202011/NVE_annual_report_2010.pdf, 2011.

—. **2010a.** *Elstatistikk 2009*. s.l. : Pål Melvær, 2010a.

—. **2010b.** *Energimerking*. URL: <http://www.bygningsenergidirektivet.no/no/Energimerking-B bygg/Energimerking-av-bolig/Om-energiattesten/>. 2010b.

OED. 2011. Bygningsenergidirektivet (Recast). *DIRECTIVE OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL on the energy performance of buildings (recast)*. s.l. : Olje- og energidepartementet, 2011. URL: <http://www.regjeringen.no/nb/sub/europaportalen/eos-notatbasen/notatene/2009/mars/Bygningsenergidirektivet-recast.html?id=624600>.

Proxll. 2011. Hurtiglader for elbil gir fullt batteri på 10 minutter. URL: http://www.proxll.no/index.php?option=com_content&view=article&id=366%3Ahurtiglader-for-elbil-gir-fullt-batteri-pa-10-minutter&catid=34%3Aapressemeldinger&Itemid=168&lang=nb : s.n., 2011.

Rambøll. 2011. Energi- og effektrammer for TEK-07, lavenergi og passivbygg. *Datsett levert Masterplan-prosjektet april 2011*. s.l. : Av Tor Arvid Vik og Andre Keul, 2011.

Ruter. 2011. *Årsrapport 2010*. s.l. : URL: http://ruter.no/PageFiles/1829/6-2011_Ruters_arsrapport_2010.pdf , 2011.

Ryden, Bo (ed.). 2010. *Towards a sustainable Nordic Energy System*. 2010. ISBN:978-91-978585-8-8.

Sintef. 2011. *Energibruk i bygninger. Nasjonal database og sammenligning av beregnet og målt energibruk*. s.l. : TOR HELGE DOKKA, ANNA SVENSSON, TORE WIGENSTAD, INGER ANDRESEN, INGEBORG SIMONSEN OG TORER F. BERG, 2011. Prosjektrapport 76.

Smartgrid Norway. 2011. Hva er smartgrid? URL: <http://www.smartgridnorway.no/default.aspx?pageId=3>. 2011.

SSB. 2011. *Befolkningsfremskrivninger frem til 2050*. s.l. : Bestilt av SSB, 2011.

— **2011b.** *Byggareal til bolig og annet enn bolig*. Statistikkbanken tabell 05939 og 05940 : s.n., 2011b.

— **2011c.** Byggarealstatistikk, 1. kvartal 2011. URL: <http://www.ssb.no/emner/10/09/byggeareal/>. 2011c.

— **2010a.** *Energibruk i husholdningene*. Gjennomsnittlig spesifikt energiforbruk, totalt og fordelt på energibærere. : s.n., 2010a.

— **2010b.** *Energibruk per husholdning 2009. Kraftig økning i bruk av varmepumper*. [Internett] 2010b. <http://www.ssb.no/husenergi/main.html>.

— **2010.** *Energibruk, etter region, næring, tid, statistikkvariabel og energitype. Kommunefordelt energibrukstatistikk*. [Internett] 2010.

— **2011d.** *Husholdninger og familie. Antall personer per husholdning*. URL: <http://www.ssb.no/familie/tab-2011-04-07-02.html> : s.n., 2011d.

— **2010c.** *Husholdningers energibruk*. Gjennomsnittlig energiforbruk, etter hustype, husholdningsstørrelse og nettoinntekt. kWh tilført energi per husholdning totalt og per m2 boligareal. : s.n., 2010c.

— **2011e.** *Tilgang og anvendelse av elektrisitet i perioden 1993-2009*. s.l. : Magne Holstad, 2011e. Rapport 2/2011.

Standard Norge. 2010. *NS 3700 Kriterier for passivhus og lavenergihus. Boligbygninger*. 2010.

Transnova. 2011. *Støtteordning for hurtiglading*. URL: <http://www.transnova.no/utlysning-av-stotteordning-til-hurtiglading>. 2011.

Unander, Fridtjof, et al. 2004. Residential energy use: an international perspective on long-term trends in Denmark, Norway and Sweden. *Energy Policy*. 32, 2004, Vol. pp 1395-1404.

Xrgia. 2011a. *Energibruk i lavenergi og passivbygg. En sammenligning av forventet og målt energibruk*. s.l. : Energi Norge, 2011a. Xrgia rapport 2011 - 003.

— **2009.** *Klima- og energidata, fremtidig utvikling i byggsektoren*. s.l. : Xrgia AS, 2009.

— **2010c.** *Markedsrapport - Pelletsmarkedet i Midt-Norge*. 2010c.

— **2011b.** *Potensial for fornybar varme og kjøling i 2020 og 2030*. s.l. : Enova, 2011b.

— **2010.** *Velfungerende pelletsmarked*. s.l. : Enova, 2010.

Zero. 2010. *Batteridrift av ferger*. Oslo : Zero Emission Resource Organisation, 2010.

12 Vedlegg

12.1 Data og forutsetninger

12.1.1 Historisk nybygging

Nybyggingsstatistikken er hentet fra ssb, og baseres også på informasjon fra norsk eiendomsregister. Som grunnlag for fremskrivninger benytter vi statistikk for nybygging fra ssb. Vi har valgt å benytte bruksareal for fullførte boliger, da dette antakelig er en mer pålitelig statistikk enn igangsatte byggareal. Vi benytter følgende sektordefinisjoner for fremskrivingene:

Tabell 12.1 Konsolidering av SSB's grupperinger for fremskrivninger.

SSB's gruppering	Våre grupper
1 Private boliger	Husholdninger
2 Industri	Industri
3 Tjenesteyting	Næring-Tjenesteyting
4 Infrastruktur	Næring-øvrige bygg
5 Salg og service	Næring- øvrige bygg
6 Skole, undervisning og fritidsbygg	Næring-Skole og undervisning
7 Sykehus og omsorg	Næring- øvrige bygg
8 Fellesgoder (politi, fyr,..)	Næring- øvrige bygg

For husholdninger har SSB delt opp sin statistikk i hhv areal til bolig og areal til annet enn bolig. Vi har valgt å sammenstille disse to statistikkene for å få en mer nøyaktig fremskriving av det totale nybyggingsarealet. For fremskrivingen av energibehov er det imidlertid valgt å ta ut noen av kategoriene under areal til annet enn bolig, med den begrunnelse at det ikke er areal som bør varmes opp. Tabellen under viser hva som er med i fremskriving av hhv byggareal og energibehov

Tabell 12.2 Spesifisering av bruken av SSB's statistikk for areal til annet enn bolig.

Byggkategorier. Areal til annet enn bolig, Husholdninger.	Inkludert i fremskriving av energibehov?
101 Boligbygg	Ja
161 Fritidsbygg (hytter,sommerhus o.l.)	Ja
162 Helårsbolig som fritidsbolig	Ja
163 Våninghus som fritidsbolig	Ja
171 Seterhus, sel, rorbu o.l.	Nei
172 Skogs- og utmarkskoie, gamle	Nei
181 Garasje etc knyttet til bolig	Nei
182 Garasje etc knyttet til fritidbolig	Nei
183 Naust, båthus, sjøbu	Nei
193 Boligbrakker	Nei
199 Annen boligbygning	Nei

Grafen under viser utvikling i nybyggareal fordelt på sektor.

12.1.2 Energi- og effektrammer

Byggtype	ER-Nr	Belysning	Kjølebatterier	Oppvarming av ventilasjonsluft	Romkjøling	Rom-oppvarming	Teknisk utstyr	Vannoppvarming	Vifter og pumper	Sum kWh/m ²
Barnehager	Eksisterende	28	-	34	-	88	7	13	30	200
Boligblokker	Eksisterende	29	-	12	-	51	39	51	17	199
Forretningsbygg	Eksisterende	66	55	40	-	53	5	12	49	280
Hoteller	Eksisterende	55	36	34	-	71	7	35	41	280
Idrettsbygg	Eksisterende	30	-	56	-	67	4	70	32	260
Kontorbygg	Eksisterende	36	34	30	-	47	49	7	32	235
Kulturbbygg	Eksisterende	28	32	32	-	79	4	12	29	215
Lett industri, verksteder	Eksisterende	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Skolebygg	Eksisterende	26	-	32	-	46	15	12	29	160
Småhus	Eksisterende	17	-	-	-	135	34	40	4	230
Sykehjem	Eksisterende	54	-	44	-	56	26	34	55	270
Sykehus	Eksisterende	72	76	64	-	87	72	46	83	500
Universitets- og høyskole	Eksisterende	35	42	34	-	46	48	7	38	250
Barnehager	TEK 07	21	-	26	-	67	5	10	23	152
Boligblokker	TEK 07	17	-	7	-	30	23	30	10	117
Forretningsbygg	TEK 07	56	47	34	-	45	4	10	42	238
Hoteller	TEK 07	47	31	29	-	61	6	30	35	239
Idrettsbygg	TEK 07	21	-	40	-	48	3	50	23	185
Kontorbygg	TEK 07	25	24	21	-	33	34	5	22	164
Kulturbbygg	TEK 07	23	26	26	-	65	3	10	24	177
Lett industri, verksteder	TEK 07	19	21	25	-	67	23	10	21	186
Skolebygg	TEK 07	22	-	27	-	39	13	10	25	136
Småhus	TEK 07	17	-	6	-	51	23	30	8	135
Sykehjem	TEK 07	47	-	38	-	49	23	30	48	235
Sykehus	TEK 07	47	50	42	-	57	47	30	54	327
Universitets- og høyskole	TEK 07	25	30	24	-	33	34	5	27	178
Barnehager	TEK 10	21	-	23	-	58	5	10	23	140
Boligblokker	TEK 10	17	-	7	-	28	23	30	10	115
Forretningsbygg	TEK 10	56	40	30	-	28	4	10	42	210
Hoteller	TEK 10	47	31	25	-	52	6	30	35	226
Idrettsbygg	TEK 10	21	-	40	-	33	3	50	23	170
Kontorbygg	TEK 10	25	24	21	-	19	34	5	22	150
Kulturbbygg	TEK 10	23	26	26	-	53	3	10	24	165
Lett industri, verksteder	TEK 10	19	21	20	-	61	23	10	21	175
Skolebygg	TEK 10	22	-	27	-	23	13	10	25	120
Småhus	TEK 10	17	-	6	-	46	23	30	8	130
Sykehjem	TEK 10	47	-	28	-	39	23	30	48	215
Sykehus	TEK 10	47	50	30	-	42	47	30	54	300
Universitets- og høyskole	TEK 10	25	30	20	-	19	34	5	27	160
Barnehager	Lavenergibyg	16	-	5	-	45	5	10	8	88
Boligblokker	Lavenergibyg	11	-	8	-	22	18	30	8	97
Forretningsbygg	Lavenergibyg	41	18	13	-	26	4	10	20	131
Hoteller	Lavenergibyg	29	15	12	-	38	6	30	20	150
Idrettsbygg	Lavenergibyg	16	5	12	-	41	3	50	8	134
Kontorbygg	Lavenergibyg	16	9	7	-	23	19	5	9	87
Kulturbbygg	Lavenergibyg	17	10	4	-	43	3	10	8	96
Lett industri, verksteder	Lavenergibyg	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Skolebygg	Lavenergibyg	13	-	7	-	25	9	10	9	73
Småhus	Lavenergibyg	11	-	8	-	28	18	30	6	100
Sykehjem	Lavenergibyg	29	-	10	-	25	23	30	18	135
Sykehus	Lavenergibyg	29	23	36	-	24	47	30	26	215
Universitets- og høyskole	Lavenergibyg	19	11	9	-	20	16	5	10	90
Barnehager	Passivbygg	16	-	5	-	20	5	10	8	63
Boligblokker	Passivbygg	11	-	4	-	11	18	30	6	80
Forretningsbygg	Passivbygg	41	18	12	-	8	4	10	20	113
Hoteller	Passivbygg	29	9	5	-	14	6	30	15	109
Idrettsbygg	Passivbygg	16	5	11	-	14	3	50	8	105
Kontorbygg	Passivbygg	16	8	6	-	9	19	5	9	70
Kulturbbygg	Passivbygg	17	6	4	-	20	3	10	8	69
Lett industri, verksteder	Passivbygg	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Skolebygg	Passivbygg	13	-	6	-	8	9	10	9	55
Småhus	Passivbygg	11	-	2	-	18	18	30	4	83
Sykehjem	Passivbygg	29	7	8	-	6	23	30	18	122
Sykehus	Passivbygg	29	17	14	-	7	47	30	26	169
Universitets- og høyskole	Passivbygg	19	8	8	-	7	16	5	10	73

Figur 42 Energirammer for eksisterende bygg i kWh/m², og de ulike byggforskriftene frem til og med Passivhusstandard.

Byggtype	ER-Nr	Oppvarming av			Rom-	Teknisk	Vannoppvar	Vifter og	Sum	
		Belysning	Kjølebatterier	ventilasjonsluft						Romkjøling
Barnehager	Eksisterende	0,011	-	0,024	-	0,041	0,003	0,005	0,009	0,091
Boligblokker	Eksisterende	0,005	-	0,011	-	0,035	0,007	0,009	0,001	0,068
Forretningsbygg	Eksisterende	0,018	0,033	0,031	-	0,025	0,001	0,003	0,013	0,123
Hoteller	Eksisterende	0,009	0,012	0,019	-	0,027	0,001	0,006	0,007	0,081
Idrettsbygg	Eksisterende	0,011	0,018	0,031	-	0,052	0,001	0,027	0,009	0,150
Kontorbygg	Eksisterende	0,011	0,044	0,020	-	0,031	0,016	0,002	0,008	0,133
Kulturbbygg	Eksisterende	0,010	0,012	0,022	-	0,028	0,001	0,004	0,008	0,086
Lett industri, verksteder	Eksisterende	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Skolebygg	Eksisterende	0,012	-	0,025	-	0,027	0,007	0,005	0,010	0,087
Småhus	Eksisterende	0,005	-	0,006	-	0,045	0,007	0,009	0,001	0,073
Sykehjem	Eksisterende	0,009	0,020	0,023	-	0,026	0,005	0,006	0,009	0,097
Sykehus	Eksisterende	0,012	0,026	0,053	-	0,033	0,012	0,008	0,014	0,158
Universitets- og høyskolebygg	Eksisterende	0,011	0,042	0,022	-	0,030	0,015	0,002	0,010	0,133
Barnehager	TEK 07	0,008	-	0,018	-	0,031	0,002	0,004	0,007	0,070
Boligblokker	TEK 07	0,003	-	0,007	-	0,021	0,004	0,005	0,001	0,040
Forretningsbygg	TEK 07	0,015	0,028	0,026	-	0,021	0,001	0,003	0,011	0,105
Hoteller	TEK 07	0,008	0,010	0,016	-	0,023	0,001	0,005	0,006	0,069
Idrettsbygg	TEK 07	0,008	0,013	0,022	-	0,037	0,001	0,019	0,007	0,106
Kontorbygg	TEK 07	0,008	0,031	0,014	-	0,021	0,011	0,002	0,006	0,092
Kulturbbygg	TEK 07	0,008	0,010	0,018	-	0,023	0,001	0,004	0,007	0,071
Lett industri, verksteder	TEK 07	0,008	0,010	0,029	-	0,028	0,010	0,004	0,007	0,096
Skolebygg	TEK 07	0,010	-	0,021	-	0,023	0,006	0,005	0,009	0,074
Småhus	TEK 07	0,003	-	0,004	-	0,026	0,004	0,005	0,001	0,043
Sykehjem	TEK 07	0,008	0,017	0,020	-	0,023	0,004	0,005	0,008	0,085
Sykehus	TEK 07	0,008	0,017	0,035	-	0,021	0,008	0,005	0,009	0,103
Universitets- og høyskolebygg	TEK 07	0,008	0,030	0,016	-	0,021	0,011	0,002	0,007	0,095
Barnehager	TEK 10	0,007	-	0,016	-	0,029	0,002	0,004	0,006	0,064
Boligblokker	TEK 10	0,003	-	0,006	-	0,020	0,004	0,005	0,001	0,039
Forretningsbygg	TEK 10	0,013	0,025	0,023	-	0,018	0,001	0,002	0,010	0,093
Hoteller	TEK 10	0,008	0,009	0,015	-	0,022	0,001	0,005	0,005	0,065
Idrettsbygg	TEK 10	0,007	0,012	0,020	-	0,034	0,001	0,017	0,006	0,098
Kontorbygg	TEK 10	0,007	0,028	0,013	-	0,020	0,010	0,001	0,005	0,085
Kulturbbygg	TEK 10	0,007	0,009	0,017	-	0,022	0,001	0,003	0,006	0,066
Lett industri, verksteder	TEK 10	0,008	0,009	0,027	-	0,027	0,009	0,004	0,006	0,090
Skolebygg	TEK 10	0,009	-	0,019	-	0,021	0,005	0,004	0,008	0,065
Småhus	TEK 10	0,003	-	0,003	-	0,025	0,004	0,005	0,001	0,041
Sykehjem	TEK 10	0,007	0,016	0,018	-	0,021	0,004	0,005	0,007	0,077
Sykehus	TEK 10	0,007	0,016	0,032	-	0,020	0,007	0,005	0,008	0,095
Universitets- og høyskolebygg	TEK 10	0,007	0,027	0,014	-	0,019	0,010	0,001	0,006	0,085
Barnehager	Lavenergibyg	0,006	-	0,009	-	0,025	0,002	0,004	0,005	0,051
Boligblokker	Lavenergibyg	0,002	-	0,005	-	0,019	0,003	0,005	0,001	0,035
Forretningsbygg	Lavenergibyg	0,011	0,020	0,022	-	0,020	0,001	0,003	0,008	0,085
Hoteller	Lavenergibyg	0,005	0,010	0,014	-	0,020	0,001	0,005	0,004	0,059
Idrettsbygg	Lavenergibyg	0,006	0,011	0,013	-	0,035	0,001	0,019	0,005	0,090
Kontorbygg	Lavenergibyg	0,005	0,017	0,012	-	0,019	0,006	0,002	0,004	0,064
Kulturbbygg	Lavenergibyg	0,006	0,010	0,015	-	0,022	0,001	0,004	0,005	0,062
Lett industri, verksteder	Lavenergibyg	0,006	0,010	0,025	-	0,024	0,010	0,004	0,005	0,084
Skolebygg	Lavenergibyg	0,006	-	0,014	-	0,022	0,004	0,005	0,007	0,057
Småhus	Lavenergibyg	0,002	-	0,004	-	0,021	0,003	0,005	0,001	0,035
Sykehjem	Lavenergibyg	0,005	0,014	0,013	-	0,023	0,004	0,005	0,006	0,070
Sykehus	Lavenergibyg	0,005	0,014	0,029	-	0,020	0,008	0,005	0,007	0,088
Universitets- og høyskolebygg	Lavenergibyg	0,006	0,016	0,014	-	0,018	0,005	0,002	0,005	0,066
Barnehager	Passivbygg	0,006	-	0,009	-	0,016	0,002	0,004	0,005	0,041
Boligblokker	Passivbygg	0,002	-	0,003	-	0,013	0,003	0,005	0,001	0,027
Forretningsbygg	Passivbygg	0,011	0,020	0,020	-	0,012	0,001	0,003	0,008	0,076
Hoteller	Passivbygg	0,005	0,010	0,009	-	0,012	0,001	0,005	0,004	0,046
Idrettsbygg	Passivbygg	0,006	0,010	0,012	-	0,022	0,001	0,019	0,005	0,075
Kontorbygg	Passivbygg	0,005	0,015	0,011	-	0,012	0,006	0,002	0,004	0,055
Kulturbbygg	Passivbygg	0,006	0,010	0,014	-	0,014	0,001	0,004	0,005	0,053
Lett industri, verksteder	Passivbygg	0,006	0,010	0,016	-	0,014	0,010	0,004	0,005	0,065
Skolebygg	Passivbygg	0,006	-	0,014	-	0,014	0,004	0,005	0,007	0,049
Småhus	Passivbygg	0,002	-	0,002	-	0,017	0,003	0,005	0,001	0,029
Sykehjem	Passivbygg	0,005	0,014	0,012	-	0,014	0,004	0,005	0,006	0,060
Sykehus	Passivbygg	0,005	0,014	0,016	-	0,013	0,008	0,005	0,007	0,068
Universitets- og høyskolebygg	Passivbygg	0,006	0,015	0,014	-	0,012	0,005	0,002	0,005	0,059

Figur 43 Effektrammer i kW/m² for eksisterende bygg, og de ulike byggforskriftene frem til og med Passivhusstandard.

Byggtype	ER-Nr	Belysning	Kjølebatterier	Oppvarming av ventilasjonsluft	Romkjøling	Rom-oppvarming	Teknisk utstyr	Vannoppvarming	Vifter og pumper	Sum kWh/m ²
Barnehager	Nær-nullener	18	-	25	-	68	5	11	19	146
Boligblokker	Nær-nullener	15	-	9	-	39	18	34	12	127
Forretningsbygg	Nær-nullener	46	44	31	-	39	4	10	35	210
Hoteller	Nær-nullener	34	28	25	-	54	6	31	28	207
Idrettsbygg	Nær-nullener	18	1	43	-	51	3	54	20	190
Kontorbygg	Nær-nullener	20	26	23	-	36	19	5	20	149
Kulturbbygg	Nær-nullener	19	24	23	-	61	3	10	19	160
Lett industri, verksteder	Nær-nullener	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Skolebygg	Nær-nullener	15	-	24	-	35	9	10	19	112
Småhus	Nær-nullener	13	-	1	-	100	18	32	4	167
Sykehjem	Nær-nullener	34	2	33	-	41	23	31	36	201
Sykehus	Nær-nullener	38	59	49	-	63	47	33	54	343
Universitets- og høyskole	Nær-nullener	22	32	26	-	35	16	5	24	160

Figur 44 Energigrammer i kWh/m² for Nær-nullenergibygg.

Byggtype	ER-Nr	Belysning	Kjølebatterier	Oppvarming av ventilasjonsluft	Romkjøling	Rom-oppvarming	Teknisk utstyr	Vannoppvarming	Vifter og pumper	Sum kWh/m ²
Barnehager	Nær-nullener	0,007	-	0,019	-	0,033	0,002	0,004	0,007	0,072
Boligblokker	Nær-nullener	0,003	-	0,009	-	0,028	0,003	0,006	0,001	0,050
Forretningsbygg	Nær-nullener	0,012	0,029	0,028	-	0,021	0,001	0,003	0,011	0,104
Hoteller	Nær-nullener	0,006	0,011	0,016	-	0,023	0,001	0,005	0,005	0,067
Idrettsbygg	Nær-nullener	0,007	0,016	0,025	-	0,043	0,001	0,020	0,007	0,120
Kontorbygg	Nær-nullener	0,006	0,036	0,017	-	0,025	0,006	0,002	0,006	0,098
Kulturbbygg	Nær-nullener	0,007	0,012	0,019	-	0,024	0,001	0,004	0,007	0,073
Lett industri, verksteder	Nær-nullener	0,005	0,003	0,005	-	0,004	0,010	0,003	0,003	0,033
Skolebygg	Nær-nullener	0,007	-	0,022	-	0,023	0,004	0,005	0,009	0,070
Småhus	Nær-nullener	0,003	-	0,005	-	0,036	0,003	0,006	0,001	0,054
Sykehjem	Nær-nullener	0,006	0,018	0,019	-	0,023	0,004	0,005	0,007	0,082
Sykehus	Nær-nullener	0,006	0,022	0,042	-	0,027	0,008	0,006	0,010	0,121
Universitets- og høyskolebygg	Nær-nullener	0,007	0,034	0,020	-	0,025	0,005	0,002	0,008	0,100

Figur 45 Effektrammer i kW/m² for Nær-nullenergibygg.

12.1.3 Beregning av teknologikostnader

En energisentral består av grunnlast og spisslast, og en optimal fordeling av disse avhenger av forhold knyttet til investeringskostnader, brenselkostnader og brukstid. Forutsetninger som er benyttet videre i analysen er angitt i Tabell 12.3. Ideelt sett skulle dette vært betydelig mer detaljert og oppdelt, men både på grunn av manglende informasjon om faktiske forhold og av hensyn til gjennomførbarhet for modelleringen, har det vært nødvendig med en generalisering.

Tabell 12.3 Effektandel (P) og energiandel (Q) for grunnlast i lokale energisentraler i dagens bygg.

Teknologi, grunnlast	Normal brukstid		Merknad
	P	Q	
Luft-luft varmepumpe ^[1]	35 %	50 %	Ikke tappevann + Redusert effekt vinterstid
Vedovn ^[2]	40 %	70 %	Leverer ikke tappevann
Pellets-kamin	40 %	70 %	Leverer ikke tappevann
Flis- og pellets-kjel	50 %	90 %	
Berg- og sjøvarmepumpe	45 %	85 %	
Luft-vann varmepumpe	40 %	75 %	Redusert effekt vinterstid

[1] Ikke beregnet for tappevannsberedning. [2] Vedovn er i mange tilfeller mer å betrakte som spisslast/reservelast, men det vil avhenge av tilgang på rimelig brensel.

Forutsetningene i Tabell 12.3 er å regne som anslag, og er skjønnsmessig vurdert, da det mangler empiri for passivhus. Når det gjelder antagelser om brukstid i passivhus er følgende vurdering

foretatt: (1) Ut fra forutsetningene i energirammene vil tappevann få en noe større andel av samlet varmebehov. Tappevannsbehovet er relativt konstant over året og har derved høyere brukstid enn romoppvarming. (2) I et passivhus vil perioden med oppvarmingsbehov være kortere enn i hus bygget etter dagens standard, og vi antar at brukstid for romoppvarming går ned. (1) og (2) trekker altså i hver sin retning, og vi har derfor valgt å holde forventet brukstid uendret. Dette er gjort også for løsninger som kun har romoppvarming og ikke tappevann, selv om en her burde lagt inn en lavere brukstid. Grunnen til at dette ikke er gjort, er i første rekke mangel på empiri eller annet beslutningsgrunnlag for valg av forventet brukstid. Punktvarmeløsningene kommer derfor noe bedre ut enn om vi hadde lagt til grunn en kortere brukstid for oppvarming. På grunn av lavere brukstid for romoppvarming, har vi antatt at andelen spisslast går noe opp i passivhusstandarden i forhold til tradisjonelle bygg.

I presentasjonen av kostnader for konkurrerende teknologier, har vi valgt å presentere kostnadene for grunn- og spisslast samlet da dette er den faktiske totalkostnaden man vil stå ovenfor i en beslutningssituasjon. Kostnadene er også differensiert og gruppert i forhold til bygningsstørrelse. Kapitalkostnaden (KK) beregnes med annuitetsformelen. Ved å benytte nominell annuitet holdes kapitalkostnadene konstante over levetiden til teknologien, noe vi er avhengige av for å sammenlikne kostnadene på tvers av teknologier.

Et avkastningskrav på 12 % i husholdninger og 10 % for nærings- og industribygg er benyttet. I figurene under er det benyttet 12 % avkastningskrav. Økonomisk levetid for teknologiene er antatt å være 15 år for varmepumpeteknologier og 20 år for øvrige teknologier.

Data for logistikkostnader er basert på analyser gjennomført i forbindelse med analyse av pelletsmarkedet i Midt-Norge (Xrgia, 2010c).

12.1.4 Fremskrevet antall biler

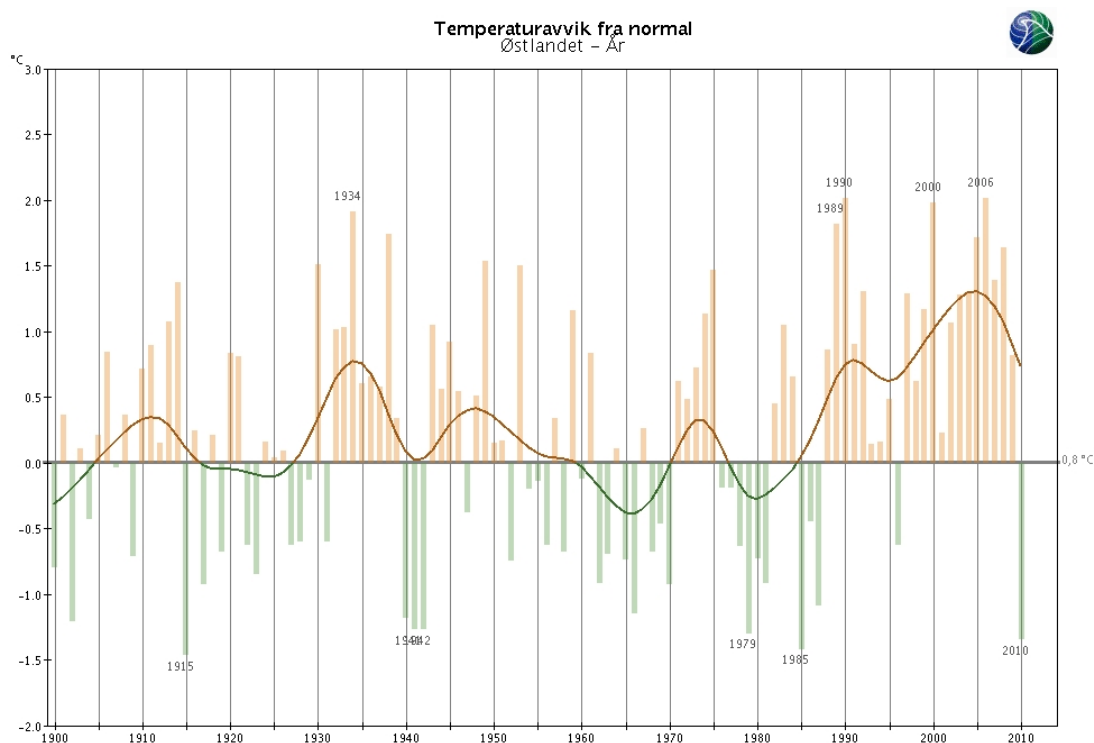
For å gjøre fremskrivinger på antall biler tar vi utgangspunkt i antall biler per person per fylke. For Akershus opprettholdes antall biler per person når innbyggertallet øker fremover i tid, og antall biler totalt øker. For Oslo er samme prinsipp fulgt, bortsett fra at her er veksten i antall biler totalt redusert noe ettersom vi ikke tror det vil være plass til så mange biler i Oslo i fremtiden. Tabell 4 viser fremskrevet antall biler totalt for Oslo og Akershus. Andelen elbiler varierer i scenarioene. Ved beregning av energibehovet for elbiler er det tatt utgangspunkt i en gjennomsnittlig årlig kjørelengde per bil på 15 000 km og et strømforbruk på 1,5 kWh per mil.

Tabell 4 Fremskrevet antall biler totalt i Oslo og Akershus.

År	Antall biler
2010	483 978
2015	526 944
2020	567 703
2025	609 081
2030	649 194
2035	687 413
2040	724 540
2045	761 763
2050	799 627

12.1.5 Temperaturmessig normalår

Figur 46 viser hvordan temperaturen i perioden 1900 – 2010 har utviklet seg i forhold til normalen. Som vi ser var 2010 det kaldeste året siden 1985, og blant de fire kaldeste årene siden målingene startet i 1900 (MET, 2011).



Figur 46 Temperaturavvik fra normalen for Østlandsområdet. Kilde: (MET, 2011).