

# Energi- og effekt- prognoser for Stor-Oslo

---

*Usikkerhetsanalyse for fremtidig effektbehov*



**KANAK**

Tittel	Energi- og effekt-prognoser for Stor-Oslo: Usikkerhetsanalyse for fremtidig effektbehov
Oppdragsgiver	Statnett SF
Rapport nr	2013-2
Tilgjengelighet	Ikke offentlig
Dato	5.5.2013
Forfatter/QA	Kjetil Ingeberg

Kanak AS

Org.nr. 987 282 800 MVA

Karl Johans gate 8, 0154 Oslo

<b>1</b>	<b>SAMMENDRAG OG KONKLUSJON</b> .....	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>INNLEDNING</b> .....	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>METODE</b> .....	<b>5</b>
3.1	ANALYSEMETODE .....	5
3.2	SIGNIFIKANSNIVÅ .....	7
<b>4</b>	<b>USIKKERHETSFAKTORER</b> .....	<b>8</b>
4.1	SENSITIVITETSANALYSER I TIDLIGERE RAPPORT .....	8
4.2	UTFALLSRUM I USIKKERHETSANALYSEN .....	9
4.2.1	<i>Befolkningsvekst og byggareal</i> .....	9
4.2.2	<i>Sammensetning av energiforsyningen og elandel</i> .....	11
4.2.3	<i>Nye effektinstallasjoner</i> .....	12
4.2.4	<i>Elbiler</i> .....	12
4.2.5	<i>Nytt stasjonert forbruk</i> .....	16
4.3	SANNSYNLIGHETER FOR UTFALLSRUM .....	18
<b>5</b>	<b>USIKKERHETSANALYSE</b> .....	<b>18</b>
5.1	MODELLSTRUKTUR OG –KJØRING.....	18
5.2	RESULTATER.....	20
<b>6</b>	<b>VURDERING</b> .....	<b>22</b>
6.1	VURDERINGER INNENFOR ANALYSEPERIODEN (2020-2050) .....	22
6.2	VURDERING AV LASTUTVIKLING ETTER 2050 .....	25

## 1 Sammendrag og konklusjon

Denne rapporten dokumenterer en usikkerhetsanalyse som er foretatt med utgangspunkt i resultatene fra rapporten, Energi og effektprognoser for Oslo og Akershus frem mot 2050, fra 2011. Rapporten er et underlag for konseptvalgutredningen som gjøres i prosjektet Nettplan Stor-Oslo. Usikkerhetsanalysen er foretatt i april 2013.

Resultatene fra analysen i 2011 viste et basis scenario hvor samlet effektbehov frem til 2050 var svakt stigende, og et høyt scenario hvor effektbehovet økte fra ca 4200 MW til 6800 MW over perioden. Usikkerhetsanalysen har tatt for seg de syv viktigste usikkerhetsfaktorene i modellberegningene. Disse er:

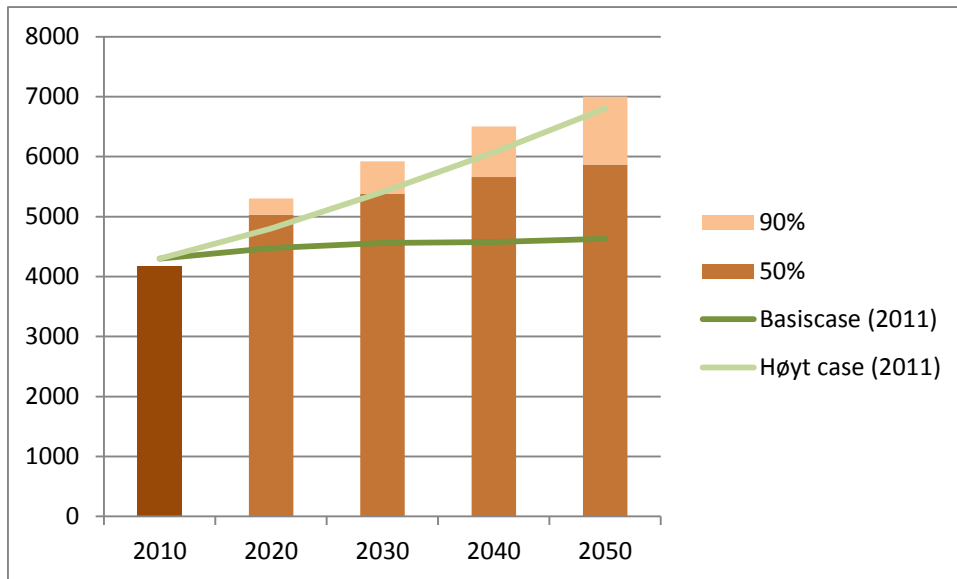
- Befolkningsutvikling og utvikling i byggareal
- Innfasing av nye byggstandarder
- Installasjon av effektkrevende utstyr i bygg utover norm
- Elandel i varmemarkedet
- Elbiler
- Nytt stort punktbehov
- Utvikling i industrien (prosessformål)

Analysen i 2011 munnet ut i prognoser for både energi – og effektbehov.

Usikkerhetsanalysen tar kun for seg effekt, og ikke energi. Begrunnelsen for dette er at dimensjoneringskriteriet for investeringsbeslutningene i sentralnettet er effekt. Videre er usikkerhetsanalysen gjort for Oslo og Akershus samlet for begge fylker. Begrunnelsen for dette er at det er vanskelig å skille og begrunne de ulike usikkerhetsfaktorene geografisk, slik at de samme signifikansnivåene uansett vil gjelde for alle områder innenfor regionen.

Usikkerhetsanalysen viser at fremtidig effektbehov i 2050 har en sannsynlighet på 85-90% for å ligge innenfor høyt scenario (6800 MW). Det er ikke etablert retningslinjer for hva som er et rimelig signifikansnivå for sentralnettsinvesteringer. Basert på hvor viktig en sikker strømforsyning er for en rekke sentrale samfunnsfunksjoner vurderes 85-90% som et riktig nivå. Konsekvensen ved ikke å kunne forsyne Oslo og Akershus med elektrisitet vil være meget stor. En annen årsak er at investeringene skal leve ut over 2050, og det er forventet at effektbehovet vil øke fra 200 – 500 MW per. 10 år.

Forventningsnivået (50%) vi finner i usikkerhetsanalysen ligger betydelig over nivået for basisscenarioet i 2011. Årsaken til dette er delvis at enkelte deler av datagrunnlaget er oppjustert med ny, kjent informasjon, og at basisscenarioet lå vesentlig nærmere lavt enn høyt scenario i de opprinnelige analysene.



Figur 1-1 Prognose for effektbehov 2010-2050 i analysene

Distansen fra forventet nivå (50%) til 90%-nivå i 2050 er ca 1150 MW eller om lag 20% av forventet effektbehov. De viktigste kildene til usikkerheten er elbiler, konvertering av oljefyring og nytt, stort punktbehov. Mesteparten av variasjonen i effekt forklares av disse tre variablene, men også usikkerheten i byggutforming, sluttbrukeradferd og utvikling i industrien har signifikant innvirkning på resultatene. Innenfor høyt scenario er det forutsatt at elbiler blir dominerende transportløsning innen 2050, og at mesteparten av dagens oljefyring konverteres til direkte eloppvarming.

Selv med en betydelig befolknings- og arealvekst i fremtiden viser beregningene fra 2011 at veksten i byggareal i stor grad vil bli kompensert med strengere krav til energi- og effektbehov i bygg. En stor del av denne forbedringen er allerede sikret gjennom vedtatte byggforskrifter (TEK07 og TEK10). Eventuell introduksjon av lavenergi- og passivhus bidrar ytterligere til å dempe den underliggende veksten i nytt effektbehov fra nytt byggareal.

I de oppdaterte beregningene ser man at takten i lastøkning er høyest de neste 10-15 årene. Årsaken til dette er både omlegging av oljefyring og nytt punktforbruk, samt nytt behov fra lading av elbiler. Analysen tyder på at det vil være behov for 1000-1200 MW økt kapasitet allerede innenfor en tidshorisont på 10 år.

Det er gjort overordnede vurderinger av utviklingen etter 2050. Frem mot 2070 anslås det at effektbehovet i regionen kan øke med ytterligere 900 MW. Usikkerheten ved dette anslaget er imidlertid betydelig.

## 2 Innledning

Som en del av underlaget for prosjektet Nettplan Stor-Oslo, utførte Xrgia AS i 2011 en modellbasert analyse av fremtidig energi- og effektbehov i Oslo og Akershus. Arbeidet omfattet både stasjonær og mobil sektor, og hadde en tidshorisont frem til 2050. For stasjonær sektor ble det lagt mye vekt på å beskrive virkningen av utvikling i byggareal og av nye og strengere byggforskrifter. Det ble laget tre scenarioer, et basisscenario som viste en tilnærmet flat kurve for effektbehov for hele perioden, et høyt scenario som viste betydelig økt behov, og et lavt scenario som viste en moderat nedgang i effektbehovet.

Denne rapporten er utarbeidet for å imøtekomme nye krav til usikkerhetsanalyser, gitt i veilederen for "Konseptvalgutredning og eksternkvalitetssikring av store kraftledningsaker". En viktig målsetting er å knytte sannsynligheter til ulike utfall, og til beslutningsgrunnlaget som fremkommer fra analysen.

Arbeidet med kvantifisering av usikkerhetsanalysen er utført av Kjetil Ingeberg (Kanak AS), som var oppdragsansvarlig for arbeidet med energi- og effektprognoser i 2011. Forutsetninger og anslag er drøftet og vurdert i en arbeidsgruppe med deltagelse fra Statnett, Hafslund, Metier og Vista analyse.

I rapporten presenteres først kort den metodiske tilnærmingen, deretter en grundig gjennomgang av de forutsetninger som er tatt i usikkerhetsanalysen, og til slutt presenteres analyseresultatene.

## 3 Metode

### 3.1 Analysemetode

Usikkerhetsanalysen er gjennomført som en beslutningstreanalyse, hvor de mest sentrale usikkerhetene har blitt kvantifisert med hensyn til både utfallsrom og tilhørende sannsynligheter. Utfallsrommet følger i stor grad de samme vurderingene som ble gjort i sensitivitetsanalysene i energi- og effektprognosene i 2011- dvs de samme usikkerhetsfaktorene som ble trukket frem som mest kritiske i drøftingen as sensitivitet i resultatene i 2011.

Hovedvekten er dermed lagt på usikkerhet i utvikling av byggareal (befolkning), effektbehov i bygg og introduksjon av nye byggforskrifter, introduksjon av el i transport (elbiler), omlegging av oljefyring<sup>1</sup>, annet stort punktbehov og utvikling i el til prosessbruk

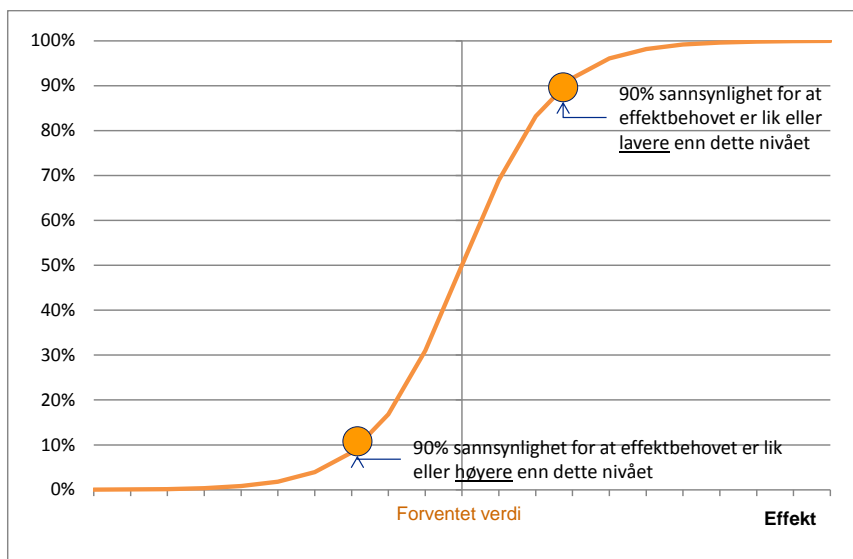
Den metodiske tilnærmingen er gjort i følgende trinn:

---

<sup>1</sup> Kanak AS v/Kjetil Ingeberg utarbeidet høsten 2012 en egen analyse om virkningen av utfasing av oljefyring i Oslo og Akershus hva gjelder effektbehov

- a) *Identifikasjon av de viktigste usikkerhetene*: Utvalget er basert på analysen fra 2011, nye sensitivitetsanalyser gjort i det opprinnelige modellapparatet og diskusjoner i arbeidsgruppen
- b) *Kvantifisering av utfallsrom og sannsynligheter*: Det er tatt utgangspunkt i de utfallsrommene som ble benyttet i 2011, og disse er videre drøftet i arbeidsgruppen og til en viss grad justert. Sannsynlighetene er satt på subjektivt grunnlag etter diskusjon i arbeidsgruppen
- c) *Etablering av modellverktøy*: Det er bygget en beslutningstremodell i analyseverktøyet DPL<sup>2</sup>, som er koblet til beregningsmodellen og datasettet som ble benyttet i 2011
- d) *Modellkjøring og analyser*: Det er kjørt analyser for effektbehov med ti-årsintervaller fra 2020-2050

Beslutningstreanalyse innebærer at det beregnes utfallsverdi (dvs effektbehov) for alle mulige kombinasjoner av utfall og sannsynligheter. For sannsynlighetene er det benyttet en diskret fordeling, med tre utfall pr usikkerhet (lav, basis, høy). Dette betyr at analysemodellen kjøres ca 2000 ganger for hvert referanseår, og at output beskriver det sannsynlighetsfordelte utfallsrommet for effektbehovet. Utfallsrommet kan presenteres i en kurve som vist i Figur 3-1. Samlet effektbehov avleses langs x-aksen, mens akkumulert sannsynlighet for å nå et gitt effektbehov *eller lavere* leses av langs y-aksen.



**Figur 3-1** Illustrasjon for sannsynlighetsfordelt utfallsrom

Formen på kurven bestemmes av brukerinput for utfallsrom og sannsynligheter.

Sannsynligheten for å oppnå et gitt nivå for effektbehov (akkumulert) finnes ved å lese av y-

<sup>2</sup> DPL er et verdensledende analyseverktøy for analyse av beslutninger, risiko, realopsjoner og usikkerhet, se [www.syncopation.com](http://www.syncopation.com)

aksen. Dette benyttes for å finne sannsynligheten for dimensjonerende effekt i usikkerhetsanalysen.

### 3.2 Signifikansnivå

Et sentralt spørsmål er hvilket signifikansnivå det er rimelig å legge til grunn for beslutninger for selve nettplanleggingen. Det er det ikke etablert retningslinjer for dette gjennom forskrift eller internt i Statnett. Vi har heller ikke funnet tilsvarende retningslinjer i andre sentralnettsselskaper.

Det primære fokus for konsekvensvurdering i forhold til investerings- og kapasitetsbeslutninger for nytt sentralnett er risikoen for at en underdimensjonering kan medføre utkobling eller i verste fall omfattende utfall i nettet. Dette er mest relevant i forhold til noe kortere sikt (<10-15 år), siden Statnett innenfor noen års horisont alltid har muligheten til å utrede, konsesjonssøke og investere i ny kapasitet dersom man ser behovet øker. En investeringsbeslutning i dag bør derfor ha et meget høyt signifikansnivå for de neste 10-15 årene, innenfor en periode hvor det ikke nødvendigvis er realistisk å øke kapasiteten utover det som besluttes i dag.

På lengre sikt bør valg av signifikansnivå sees i sammenheng med hvilke konsekvenser en feilbeslutning kan medføre. En åpenbar konsekvens er sannsynligheten for at det må investeres på nytt i anlegget før den økonomiske levetiden for det opprinnelige anlegget er ute. Dette er i utgangspunktet et rent økonomisk spørsmål. Dersom marginalkostnaden ved ny kapasitet er lav i forhold til nyinvesteringskostnaden på et senere tidspunkt, kan det tale for at man legger til grunn et høyt signifikansnivå for forventet effektbehov. I nettutbygging er det normalt slik at marginalkostnaden for linjer/kabler er meget lav, fordi mesteparten av kostnaden er knyttet til master, trasé og linjedraging, og ikke til dimensjoneringen av selve linjer/kabelen. For stasjoner er kostnaden for selve utstyret i noen grad avhengig med effekten, mens grunn- og bygningsarbeider er uavhengig.. Vi har her ikke gjort konkrete analyser av forholdet mellom marginalkostnad og utblokkingskostnad, men mener det er rimelig å legge til grunn at de underliggende økonomiske forholdene trekker i retning av å legge til grunn et høyt signifikansnivå i effektprognosen.

Et tredje poeng er knyttet til samfunnsøkonomiske kostnader representert ved KILE-ordningen. Statnett kan i prinsippet få KILE-kostnader som følge av et systematisk underdimensjonert nett – dvs en feilvurdering av fremtidig behov som man ikke evner å korrigere i tide. KILE-kostnader er imidlertid mer relevante i forhold til vedlikeholds- og rehabiliteringspolicy, gjenopprettingsevne og beredskap, samt beslutninger om redundans i nettet, enn det er knyttet til vurderingen av fremtidig effektbehov. Vi har derfor ikke gjort nærmere vurderinger av KILE i usikkerhetsanalysen.

Med referanse til behovet vi beregner for 2050, har vi valgt å benytte et signifikansnivå på 85-90% i diskusjonen om hva som bør være dimensjonerende effekt.



## 4 Usikkerhetsfaktorer

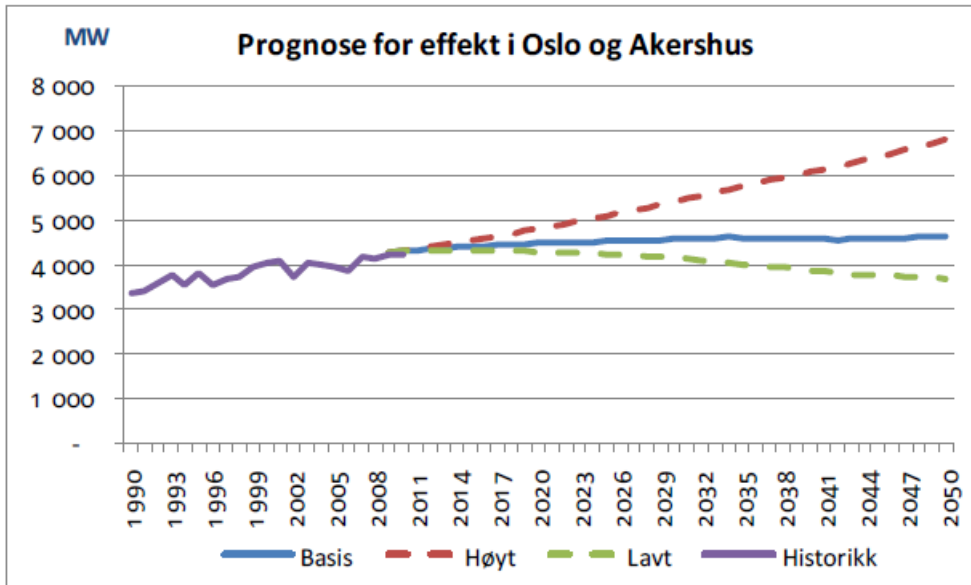
### 4.1 Sensitivitetsanalyser i tidligere rapport

I rapporten «Energi-og effektprognoser» (2011) ble det foretatt en rekke analyser for utviklingen i både effekt- og energibehov frem til 2050. Som den del av dette arbeidet ble det utviklet tre scenarier, ett basisscenario, og ett lavt og ett høyt scenario. Skillelinjene mellom de tre scenarioene ble representert ved ca 10 ulike variabler, som er vist i Tabell 4-1.

Tabell 4-1 Variabelverdier benyttet i tre scenarier i energi- og effektprognoser (2011)

Driver/parameter	Høyt scenario	Basis	Lavt scenario
Befolkningsvekst (SSB)	Høy	Middels	Lav
Nybygging m <sup>2</sup> /innbygger	Økt	Konstant	Redusert
Lavenergistandard operativ	2025	2019	2016
Passivhusstandard operativ	2030	2024	2020
Adferdssavvik energi	40 %	20 %	10 %
Adferdssavvik effekt	20 %	10 %	5 %
Brenselpriser	Lav elpris	Basis	Høy CO <sub>2</sub> /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

Utfallsrommet for de tre scenarioene er stort over tid – i 2050 skiller det hele 2500 MW mellom lavt og høyt scenario (Figur 4-1). Utvalget av variabler som ble benyttet i scenarioene er således forhold som har betydning for utviklingen i effektbehov.



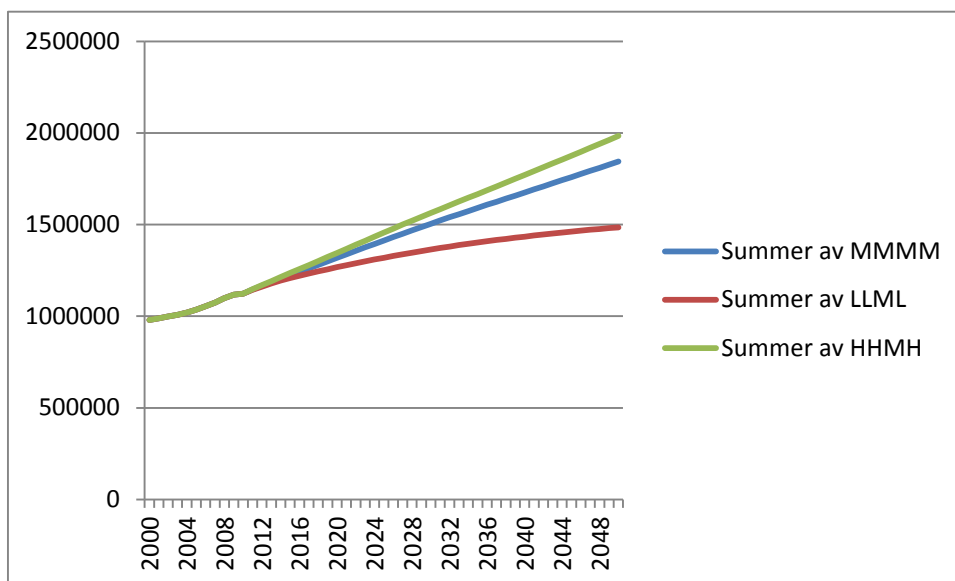
Figur 4-1 Effektprognose for begge fylkene for tre scenarier (2011)

I usikkerhetsanalysen benyttes i hovedsak de samme variablene. Hver enkelt er drøftet i avsnittene under.

## 4.2 Utfallsrom i usikkerhetsanalysen

### 4.2.1 Befolkningsvekst og byggareal

Grunnlaget for forventninger om fremtidig befolkningsutvikling er hentet fra SSBs fremskrivninger. SSB publiserer i alt 9 alternativer med ulike drivere, hvor effekt- og energifremskrivningene er analysert i forhold til tre: middelalternativet, lav vekst og høy vekst. Utfallsrommet for befolkningsfremskrivningene er vist i Figur 4-2.



Figur 4-2 Utvikling i befolkning i Oslo og Akershus i tre alternativer fra SSB

Mellom lav- og høyvekstscenariot skiller det nesten 500.000 innbyggere i 2050.

Virkingen av ulike befolkningsfremskrivninger i analysene av effektbehov er mengde byggareal som skal forsynes med effekt og energi. I usikkerhetsanalysen er det lagt til grunn at den relative arealtettheten (boareal og næringsareal pr innbygger) er konstant, og at byggarealene dermed øker proporsjonalt med befolkningen. I den grad fortetting i form av overgang fra småhus til blokk medfører mindre areal pr innbygger blir dette ikke hensyntatt i beregningen.

SSB oppgir ikke noen form for sannsynlighet knyttet til befolkningsfremskrivningene. I usikkerhetsanalysen er sannsynlighetsfordelingen for hver fremskrivning satt lik.

*Byggarealet* kan deles i tre kategorier, eksisterende, rehabilitert og nybygg. Med rehabilitering menes hovedombygging, dvs omfattende bygningsmessig oppgradering. Nybygg er en direkte funksjon av befolkningsveksten – dersom analysen kjøres med høyvekstscenariot fra SSB øker dermed nybyggingen i forhold til de to andre scenarioene. I tillegg påvirker rivningsraten hvor mye som bygges nytt.

Rivningsraten er i analysen i 2011 satt til 0,5% for boliger og 1% for næringsbygg – tilsvarende henholdsvis 200 og 100 års levetid. Dette opprettholdes i usikkerhetsanalysen.

Forholdet mellom eksisterende bygg og rehabiliterte bygg styres via en ENØK-levealder. Denne ble satt til 50 år for boliger og 40 år for næringsbygg i 2011. I usikkerhetsanalysen har vi valgt å oppjustere dette til henholdsvis 70 og 50 år. Dette gir rehabiliteringsrate på 1,4% for boliger og 2% for næringsbygg. Begge justeringene bidrar til noe høyere effektbehov.

*Byggstandard* for nye og rehabiliterte bygg betyr svært mye for både energi- og effektbehov pr kvadratmeter. Dagens byggstandard, TEK10, innebærer at det normerte energi- og effektbehovet i nye bygg er om lag halvparten av behovet i gjennomsnittet av den eksisterende bygningsmassen. Med introduksjon av regelverk og standarder for lavenergibygg og passivhus blir energi- og effektbehovet ytterligere redusert, ned mot 1/3 av behovet i eksisterende bygg. Nye byggforskrifter gjelder for både nye bygg, og i hovedsak også for hovedombygginger og dermed rehabiliterte bygg. Ved rehabilitering oppnås dog ikke full gevinst ved ny byggstandard, hvilket er hensyntatt i analysen

I analysen i 2011 ble det kjørt tre scenarier for innføring av lavenergi- og passivhus, se Tabell 4-1. Tidlig innføring av nye standarder gir lavere effektbehov. Siden 2011 har den politiske fokus på energibruk i bygg blitt sterkere, og ambisjonsnivået har økt. Dette er bl.a. nedfelt i Klimameldingen, hvor innføring av passivhus som standard er foreslått innført fra 2015. EUs direktiv for energibruk i bygg, som ble vedtatt i 2010, krever at standarder tilsvarende nær-nullenergibygg (passivhus med lokal varmforsyning) skal være vedtatt innen 2018, og at alle nye bygg skal oppføres etter ny standard innen 2020. Direktivet er EØS-relevant.

I Norge ble byggstandard for passivhus i boliger utarbeidet i 2010, og tilsvarende standard for næringsbygg i 2012. På grunn av treghet i byggesaksbehandling, vil det ta iallfall to år etter at vedtak om at standardene er gjeldende byggeforskrift til flesteparten av nye bygg faktisk utføres etter nye forskrifter.

Utfallsrommet i 2011-analysen synes konservativt i forhold til faktiske politiske føringer. Vi velger å opprettholde de tidsintervallene som ble benyttet i forrige analyse, men legger en betydelig høyere sannsynlighet på tidlig innføring enn på sen innføring.

#### 4.2.2 Sammensetning av energiforsyningen og elandel

Energi- og effektbehovet i bygg skal dekke flere formål, slik som romoppvarming, varmt tappevann, belysning, utstyr, kjøling mv. Størstedelen av energi- og effektbehovet er knyttet til romoppvarming og varmt tappevann. Disse formålene kan dekkes både av el og andre energibærere, slik som fjernvarme, fyringsolje og biobrensel.

I dag dekker el om lag 80% av energi- og effektbehovet for varmeformål i eksisterende bygg. Plan- og bygningsloven og krav til bygg innebærer at nye bygg skal ha alternative energiløsninger for oppvarming, og kan ikke basere oppvarming på panelovner alene. Reglene gjelder for bygg over 500 m<sup>2</sup>. I praksis innebærer dette krav om vannbåren varme, og mulighet for både tilknytning til fjernvarme, lokale varmesentraler og bruk av jordvarmepumpe.

Sensitivitetsanalysen i 2011 gjorde vurderinger både knyttet til brenselpriser, teknologivalg og fjernvarme. Alle disse forholdene påvirker balansen mellom el og andre oppvarmingsløsninger. I usikkerhetsanalysen velger vi å se forklaringsvariablene under ett, og vurderer utfallsrom direkte i andelen el i nye og rehabiliterte bygg. I 2011 ble denne anslått til 50% for grunnlast i nye og rehabiliterte bygg, altså betydelig lavere enn gjennomsnittet i eksisterende bygg. Samtidig ble det lagt til grunn at spisslast i all hovedsak dekkes av el – enten direkte via panelovner / varmepumper med lav marginal virkningsgrad, eller indirekte gjennom spisslastkapasiteten i fjernvarme. Vi opprettholder disse forutsetningene i basiscaset. Som utfallsrom for andelen el i grunnlast benytter vi 90% i høyt scenario (dvs kun en moderat endring fra dagens gjennomsnitt) og 40% i lavt anslag – dvs ytterligere satsning på alternativ oppvarming.

Et usikkerhetsmoment i forhold til elandelen i dagens bygningsmasse er *utfasing av oljefyring*. Både nasjonale målsettinger (Klimameldingen) og Oslo kommunes og Akershus fylkeskommunes strategiplaner tilsier en forholdvis snarlig utfasing av oljefyring i Oslo og Akershus. I dag står olje for om lag 400 MW effekt i de to fylkene til sammen (se notat fra Kanak AS, september 2012). All oljefyring er i eksisterende bygg, og i hovedsak i bygg med vannbårent distribusjonssystem. Et sannsynlig nivå for overgang til direkte el ved konvertering til olje ble anslått til ca 200 MW. Vi benytter et utfallsrom i analysen på 0-400 MW nytt elbehov, med 100 MW nytt behov i basiscaset og null i laveste case.

### 4.2.3 Nye effektinstallasjoner

Selv om man basert på energirammer og studier av energibruk kan avlede normer for installert effekt, tar vi i analysen høyde for at faktisk effektinstallasjon kan avvike fra normen. Dette kan ha flere begrunnelser – både at det installeres mer utstyr enn forutsatt (for eksempel ekstra panelovner) eller at utstyr brukes annerledes enn forutsatt (for eksempel at gevinster på energisiden tas ut med høyere komfort og høyere effektbehov).

Det er ikke gjort konkrete analyser av utfallsrommet, men vurdert hvilken usikkerhet det er rimelig at ligger i effektrammene som benyttes i analysen. Vi har vurdert at sannsynligheten for at faktisk effekt ligger *lavere enn* effektrammene er meget lav. Derimot vurderer vi at sannsynligheten for at faktisk effekt er høyere enn normen som signifikant, og benytter tre nivåer – 5%, 10% og 25% - for å kvantifisere denne usikkerheten.

### 4.2.4 Elbiler

Det er i dag (2013) registrert nesten 10.000 elbiler i Norge. Om lag halvparten av disse er registrert i Oslo og Akershus. Samlet personbilpark i Oslo og Akershus er om lag 550.000 biler. Elbiler utgjør dermed en meget lav andel av dagens bilpark i de to fylkene. Samlet personbilpark i Norge er ca 2,3 millioner biler. I tillegg kommer ca 800.000 lette distribusjonsbiler, lastebiler og busser (Oslo og Akershus har ca 150.000 kjøretøy i disse kategoriene)

Dersom Norge skal møte transportmålet i fornybarforpliktelsen, innebærer dette at antall elbiler i Norge i 2020 bør være 150-200.000 biler. Det er rimelig å anta at en stor del av disse vil komme i Oslo og Akershus – dog sannsynligvis noe lavere andel enn dagens elbilandel, siden de to fylkene kun står for ca 25% av samlet bilpark i Norge. Et rimelig anslag på antall elbiler i Oslo og Akershus i 2020 er dermed 70-80.000 biler. I effektprognosene fra 2011 ble det lagt til grunn at antall elbiler og andel av total bilpark (personbilpark) er som vist i Tabell 4-2.

Tabell 4-2 Utvikling i markedsandel og antall elbiler (basiscase prognose fra 2011)

	Andel elbiler	Antall elbiler
2020	14%	78.000
2030	36%	228.000
2040	65%	453.000
2050	94%	713.000

Beregningene for lastbehov for elbiler er dermed basert på en forutsetning om at el den dominerende energibæreren for personbiler i fremtiden, og i 2050 står for praktisk talt hele bilparken.

Lastberegningene ble foretatt basert på antagelser om at kjøremønsteret (og dermed energibehovet) vil være som i dag også i fremtiden, men at lademønsteret kan variere. Det er

to forhold som har betydning for effektbehovet for elbiler, for det første hvor lang ladetiden er (og dermed hvilken effekt det lades på), og i hvilken grad ladingen skjer i topplasttimene. Samtidighet i lading er en funksjon av batteristørrelse og kjørelengde – med dagens batteristørrelse og kjørelengde vil en gjennomsnittlig bileier lade annenhver dag.

I beregningene i 2011 ble det forutsatt én felles ladetid for alle kjøretøy, og tre ulike scenarioer for kombinasjoner av ladetid og andel lading i topplast. Tabell 4-3 viser resultatene fra 2011.

Tabell 4-3 Utfallsrom effektbehov elbiler (prognose fra 2011)

MW	Lavt scenario	Basisscenario	Høyt scenario
2020	9	19	98
2030	26	55	279
2040	49	106	549
2050	71	171	867

Utfallsrommet er såpass stort at det påvirker dimensjoneringskravet for fremtidig nettkapasitet betydelig. Alle utfallene kan kobles til *mulige* fremtidige utfall, men ekstremutslagene kan fremstå som lite sannsynlige. Vi går derfor dypere inn i de underliggende driverne i usikkerhetsanalysen.

### Bilparken

Selve bilparken er et spørsmål om tro på el i transport i forhold til andre teknologier. De antatt klimavennlige alternativene er i hovedsak biodrivstoff og hydrogenbiler. Et annet alternativ er at fossilt drivstoff opprettholder en høy markedsandel, dvs at utslippsmålene ikke nås.

Hydrogenbaserte kjøretøy har vært mye i fokus de siste årene, men interessen synes å ha sunket av til fordel for elbiler og utvikling av batteriteknologi. Det er flere årsaker til redusert interesse for hydrogen, bl.a. betydelige teknologiutfordringer, svært høye investeringer i et nytt distribusjonssystem for hydrogen, og svak såkalt well-to-wheel effektivitet<sup>3</sup>.

Biodrivstoff (og biobrensel generelt) er blitt ansett som et klimanøytralt alternativ, men det er i økende grad debatt om dette – blant annet med tanke på varigheten på en karbonsyklus, samt virkning på økosystemer. Biodrivstoff har svak well-to-wheel energieffektivitet, men har en klar styrke fremfor el for tyngre kjøretøy og langtransport.

---

<sup>3</sup> Well-to-wheel energieffektivitet tar inn total effektivitet fra energikilden (for eksempel et kraftverk til hjulet ruller. For en elbil omfatter begrepet virkningsgrad i elproduksjon, overføringstap, tap i lading, virkningsgrad i elmotor og transmisjonstap i selve bilen.

Elbiler er i dag preget av relativt korte kjørelengder og lange oppladingstider, samt høye kostnader for batterier. Det har vært en rivende utvikling på batterier de siste årene, og det leveres nå pakker inntil 85 kWh, tilsvarende ca 400-500 km kjørelengde. Dette innebærer at store deler av normal bilbruk og behov for rekkevidde dekkes uten problemer. I tillegg er såkalte plugin-hybrider (PHEV) på vei inn i markedet, hvor kjørelengden sikres av en vanlig forbrenningsmotor, men hvor mesteparten av samlet kjørelengde dekkes av en elmotor og batterier som lades fra nettet.

Vår oppfatning er dermed at en meget høy elbilandel på sikt er realistisk og sannsynlig.

Lademønsteret er avhengig av en rekke forhold: kjøremønster, batterikapasitet, pris på lading og tilgang på lading. I hovedsak snakker vi om tre hovedtyper lading:

- *Hjemmelading*, hvor bilen kan stå til lading over natten (ca 8 timer) med relativt lav effekt (3-4 kW)
- *Jobb- og pendlerlading*, hvor bilen står til lading mens man er på jobb, handler, eller har parkert på pendlerparkeringsplass. Typisk ladetid er kortere enn hjemmelading, anslagsvis 3-4 timer (8-10 kW)
- *Hurtiglading*, hvor bruk av bilen er tidskritisk og det er høy betalingsvillighet for hurtig lading (43-50 kW). Vil særlig gjelde nyttekjøretøyer samt personbiler på langtur, ladetid 0,5-1 time.

Dersom innslaget av PHEV blir stort – og særlig blant eiere som har betalingsvillighet for hurtiglading – vil dette påvirke behovet og etterspørselen etter hurtiglading. En PHEV kan velge å lade batterier eller å benytte forbrenningsmotoren til lading / kjøring. Prisforholdet mellom hurtiglading og drivstoff vil i prinsippet bestemme hvilken løsning som velges (i tillegg til tidsbruk).

Det er vanskelig å finne erfaringsdata for den relative størrelsen på hver kategori lademønster. Et subjektivt anslag pr gruppe er 15% av bilene på hurtiglading, 25% jobb- og pendlerlading og 60% hjemmelading.

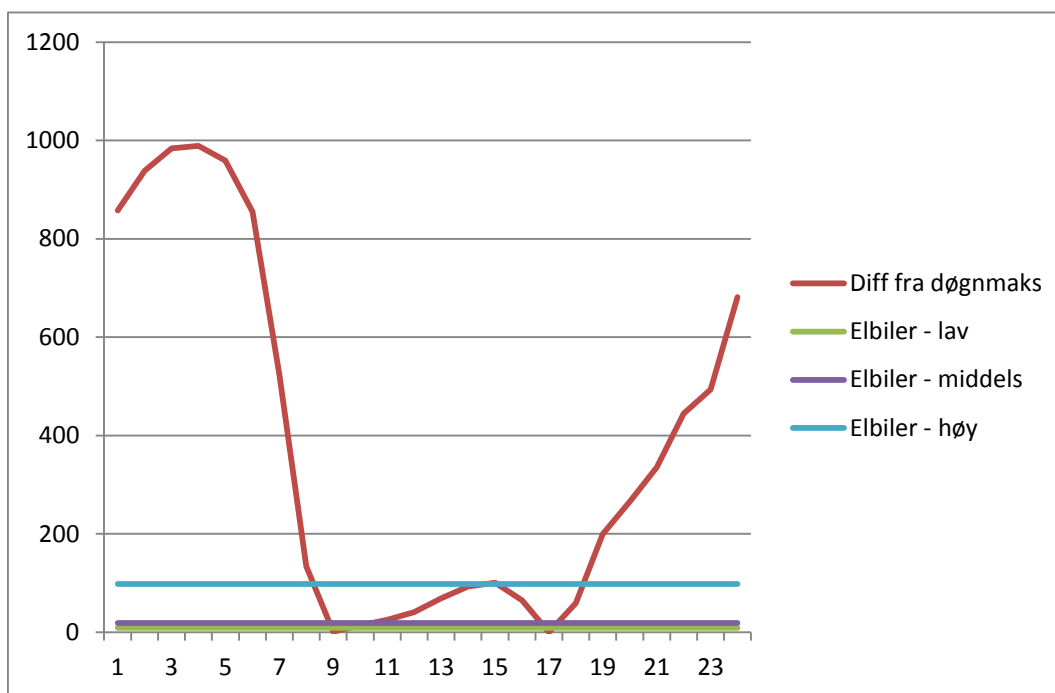
Ladehyppigheten er en funksjon av batteristørrelse og kjørelengde. Dette er neppe viktig for effektbehovet: et større batteri krever høyere effekt for å lade på samme tid, men med samme kjøremønster vil ladingen skje med lengre intervaller pr bil – og aggregert effektbehov forblir dermed om lag det samme uavhengig av batteristørrelsen.

Tidspunktet for lading er vesentlig for effektbehovet. Dersom store deler av ladingen sammenfaller med effekttoppen for øvrig i systemet, kan økningen i kapasitetsbehov i nettet bli betydelig. Dersom hoveddelen av ladingen skjer utenfor høylasttimene, vil elbiler i liten grad bidra til økt effektbehov. I analysene er dette håndtert ved å anslå hvor mye av ladingen som skjer i høylasttiden i % av samlet effektbehov for lading.

I januar 2013 publiserte Pia Grahn en doktoravhandling ved Kungliga Tekniska högskolan (Stockholm) om lademønster for elbiler. Denne tyder på at jobb- og pendlerlading i hovedsak skjer mellom kl 7-10, og at 58% av ladingen skjedde i høylasttimer. For hjemmelading viser avhandlingen at meste parten av ladingen skjer i tiden 17-21, og at ca 30% av ladingen skjer i høylasttimer. Begge anslagene er basert på såkalt ukontrollert lading, dvs at det ikke innføres ytre styringstiltak eller incentiver for å flytte ladetidspunktet. For hurtiglading er det ikke oppgitt noen andel i høylast. Gitt behov for hurtiglading er det mest sannsynlig at andelen er høy – dvs at hurtiglading skjer i de timene hvor det er mest næringsmessig aktivitet.

Tiltak for å flytte ladetidspunktet – enten ved prissignal (høy pris for lading i høylasttimer) eller direkte ytre styring må antas å kunne redusere andelen lading i høylast betydelig.

Høylasttimene i Oslo og Akershus har historisk vært mellom kl 8-18 (last høyere enn snitt last over døgnet, 6.1.2010 som har hatt høyeste last i perioden 2008-2010). Differansen mellom høyeste last og last i hver enkelt time samt utfallsrommet for effektbehov for elbiler (fra 2011) er vist i Figur 4-3.



Figur 4-3 Differanse mellom makslast og last pr time sammenlignet med effektbehov for elbiler i 2020

I 2020 vil kun høylastalternativet i vesentlig grad kreve noen ekstra effektkapasitet i nettet, mens situasjonen i 2030 (med henholdsvis 26, 55 og 279 MW lastbehov beregnet i 2011-analysen for hvert scenario) vil kreve økt kapasitet i store deler av høylasttimene, særlig innenfor tidsintervallet 08-18. Med ytterligere vekst i elbilparken og ladebehovet vil dermed ukontrollert lading kunne gi betydelig økt effektbehov.

Under arbeidet med usikkerhetsanalysen er beregningen av effektbehov blitt videreutviklet og raffinert. Blant annet er veksten i elbilpark fordelt på ladekategori, og ladetid og



effektbehov er differensiert mellom ladekategoriene. Endringene innebærer en oppjustering av forventet effektbehov for lading. Underlaget for middelalternativet er vist i Tabell 4-4.

**Tabell 4-4 Datagrunnlag og metodisk tilnærming ofr beregning av effektbehov elbiler. Tall for basiscase i 2030**

	Enhet	Hurtiglading	Jobblading	Hjemmelading	
Kapasitet batteri	kWh	85	85	85	
Effektivitet forbruk/km	kWh/km	0.17	0.17	0.17	
Kjørelengde	km	500	500	500	
Ladetid 100%	timer	1	4	8	
Tap i lading		10 %	0.1	0.1	
Effekt lading	kW	93.5	23.4	11.7	
Daglig kjørelengde	km	60	60	60	
Daglig energimengde	kWh	10.2	10.2	10.2	
Ladefrekvens (ganger/dag)	ganger/dag	0.12	0.12	0.12	
Andel i topplast	%	75 %	50 %	50 %	
Case andel topplast		3			
<b>Eksempel Oslo</b>		<b>Hurtiglading</b>	<b>Jobblading</b>	<b>Hjemmelading</b>	<b>SUM</b>
Bilpark	Antall elbiler	34 200	57 000	136 800	228 000
Andel pr kategori		15 %	25 %	60 %	100 %
<b>Effekt</b>	<b>MW</b>	<b>288</b>	<b>80</b>	<b>96</b>	<b>464</b>

Antall elbiler (228.000) i beregningen over tilsvarer forventet antall i 2030. Forventet effektbehov i dette scenarioet øker dermed fra 55 MW i 2011-analysen til 464 MW i usikkerhetsanalysen. For de øvrige scenarioene er nytt effektbehov vist i Tabell 4-5. Scenarioene er definert ved forskjeller i andel lading i topplast.

**Tabell 4-5 Utfallsrom nytt beregnet effektbehov elbiler (MW) sammenlignet med tall fra 2011**

Tall i MW	Årstall / (Antall elbiler)			Tilsvarende tall fra 2011-analysen		
	2020 (78000)	2030 (209000)	2040 (398000)	2020	2030	2040
Scenario						
Lav	41	110	209	9	26	49
Middels	66	177	338	19	55	108
Høy	159	425	809	98	279	549

Utfallsrommet som benyttes i analysen i 2011 er betydelig større enn de nye forutsetningene. Samlet sett er forventningsverdien for nytt effektbehov økt i usikkerhetsanalysen i forhold til 2011-tallene.

#### 4.2.5 Nytt stasjonert forbruk

I analysen i 2011 ble det vurdert utviklingen i effektbehov i *industrien* (prosessformål) nytt stort punktbehov knyttet til serverparker og elektrifisering av havnene i Oslo. I

usikkerhetsanalysen går vi på nytt gjennom disse områdene, og supplerer med både en vurdering av nytt forbruk generelt samt behov knyttet til jernbane.

Effektbehovet i industrien i Oslo og Akershus er om lag 325 MW til prosessformål. I perioden 2008-2011 sank industriforbruket med om lag 17%, eller en årlig reduksjon på nesten 6%. En viktig årsak til fallet har mest sannsynlig vært den svekkede økonomiske aktiviteten etter finanskrisen som oppstod høsten 2008, og det er liten grunn til å regne med at fallet i elforbruk skal fortsette i samme takt.

I analysen i 2011 ble det benyttet et utfallsrom på  $\pm 0,5\%$  årlig endring. Vi har valgt å utvide utfallsrommet noe, og benytter  $\pm 1,0\%$  årlig endring i usikkerhetsanalysen.

I 2011 ble elektrifisering av *havner* vurdert, men ikke lagt inn i modellen. Siden den gang har Oslo havn KF lagt frem en handlingsplan for landstrøm, hvor planen er å etablere landstrømanlegg for cruiseskip i løpet av 2015. Anlegget dimensjoneres for inntil 25 MW, mens behovet er anslått til 22 MW. Vi anser planene for å ha høy sannsynlighet for å realiseres innen 2020. For å ta en viss høyde for økt behov etter 2020, legger vi til grunn en lastøkning på 30 MW i usikkerhetsanalysen.

I 2011 ble nytt forbruk i form av *serverparker* vurdert. Serverparker kan være meget effektkrevende, opp til 100 MW pr park. Utfallsrommet ble vurdert å være inntil 3 parker eller 300 MW. Erfaringene siden 2011 tyder ikke på at serverparker i denne størrelsesorden blir realisert i Oslo. Derimot vurderer vi at usikkerhetsanalysen bør ta hensyn til muligheten for *nytt, uspesifisert behov* i denne størrelsesorden. Vi benytter utfallsrom på 0 MW (lav), 100 MW (basis) og 400 MW (høy) i analysen.

*Jernbaneanverket* jobber med planer om ny Oslo omformerstasjon for å håndtere forventet økt togtrafikk i Oslo-området. Behovet er anslått til ca 60 MW fra 2020, stigende til 100 MW fra ca 2030. Vi legger til grunn at dette behovet har høy sannsynlighet for å realiseres, og legger dermed inn 100 MW som sikkert nytt volum i analysene.

I bygg er det enkelte typer *utstyr* som kan gi betydelig økt effektbehov. Dette gjelder blant annet induksjonsovner og gjennomstrømningsvarmere (momentan vannvarming). Effektbehovet i induksjonsovner er ca 25% høyere enn vanlige komfyrer. En gjennomstrømningsvarmer er typisk på 5 kW pr punkt. Begge typer utstyr vil dermed kunne kreve økt sikringsstørrelse i forhold til dagens komfyrer og varmtvannsberedere, og vil kunne skape utfordringer i distribusjonsnettet. Det er imidlertid ikke like klart at effektbehovet i sentral- og regionalnettet vil øke. Dette avhenger av graden av samtidighet for bruk, samt brukstiden for utstyret.

Nytt utstyr er ikke mindre energieffektivt enn nåværende utstyr – ofte tvert om. Det betyr at dersom effektbehovet pr enhet øker, vil brukstiden gå ned. Med jevn bruk av utstyret over døgnet vil dermed effektbehovet på høyere nettnivå ikke øke. Dersom bruken av for

eksempel varmtvann foregår i korte perioder med høy grad av samtidighet, vil samlet effektbehov kunne øke også på høyere nettnivåer.

### 4.3 Sannsynligheter for utfallsrom

Samlet datagrunnlag for usikkerhetsanalysen er vist i Tabell 4-6:

Tabell 4-6 Utfallsrom og sannsynligheter benyttet i usikkerhetsanalysen

Variabel	Utfallsrom			Sannsynlighet		
	Lav	Basis	Høy	Lav	Basis	Høy
Befolkningsvekst (scenario)	LLML	MMMM	HHMH	0.33	0.34	0.33
Introduksjon lavenergihus/passivhus (årstall)	2016/2020	2019/2024	2025/2035	0.50	0.30	0.20
Elandel i oppvarming nye/rehab bygg	40 %	50 %	90 %	0.30	0.30	0.40
Omlegging: nye effektinstallasjoner, økning over norm	2.5 %	10 %	25 %	0.25	0.30	0.45
Konvertering oljefyring, annet nytt forbruk (Økt effekt MW)	0	100	800	0.05	0.30	0.65
Elbiler – lading (snitt andel i høylast)	12 %	22 %	50 %	0.33	0.34	0.33
<i>Antall elbiler i 2050 / markedsandel ...</i>	<i>182'/24%</i>	<i>615'/81%</i>	<i>694'/92%</i>	<i>0.33</i>	<i>0.34</i>	<i>0.33</i>
Industri utvikling (% årlig endring)	-1 %	0 %	1 %	0.50	0.30	0.20

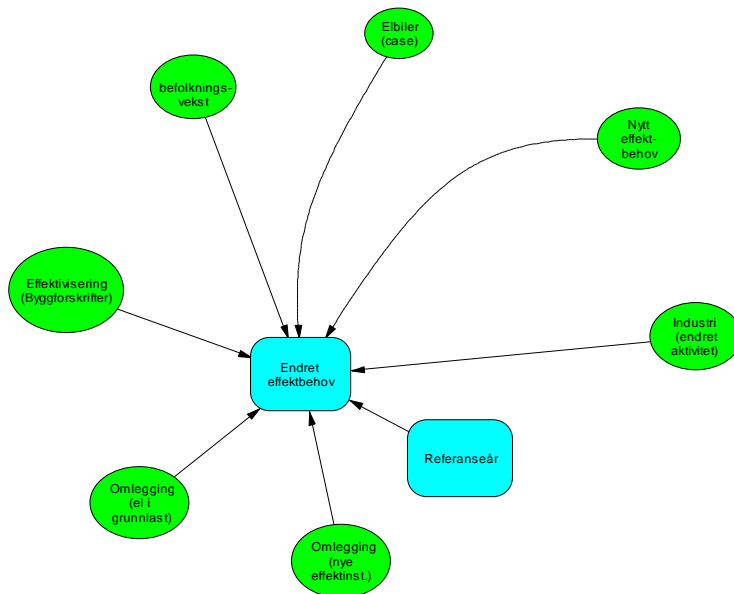
Sannsynlighetene er satt på subjektivt grunnlag i arbeidsgruppen som har jobbet med usikkerhetsanalysen.

## 5 Usikkerhetsanalyse

### 5.1 Modellstruktur og -kjøring

Modellen som benyttes i usikkerhetsanalysen omfatter 7 variabler. Enkelte av variablene er kombinerte variabler, dvs at ett utfall styrer flere underliggende variabler i modellen. Det er ikke modellert avhengigheter mellom ulike usikkerhetsfaktorer, dvs at utfallsrommet for hver variabel er uavhengig av utfallsrommene for hver av de andre.

Modellstrukturen er vist i Figur 5-1.



Figur 5-1 Modellstruktur for usikkerhetsanalysen

Modellen kjøres i alt 2187 ganger for hver av årene 2020, 2030, 2040 og 2050. Resultatet for hver kjøring hentes fra den underliggende analysemodellen fra 2011, og forventet verdi og sannsynlighetsfordelt utfallsrom beregnes på grunnlag av input-verdier for hver av de 2187 kjøringene, og sannsynlighetene som er vist i Tabell 4-6.

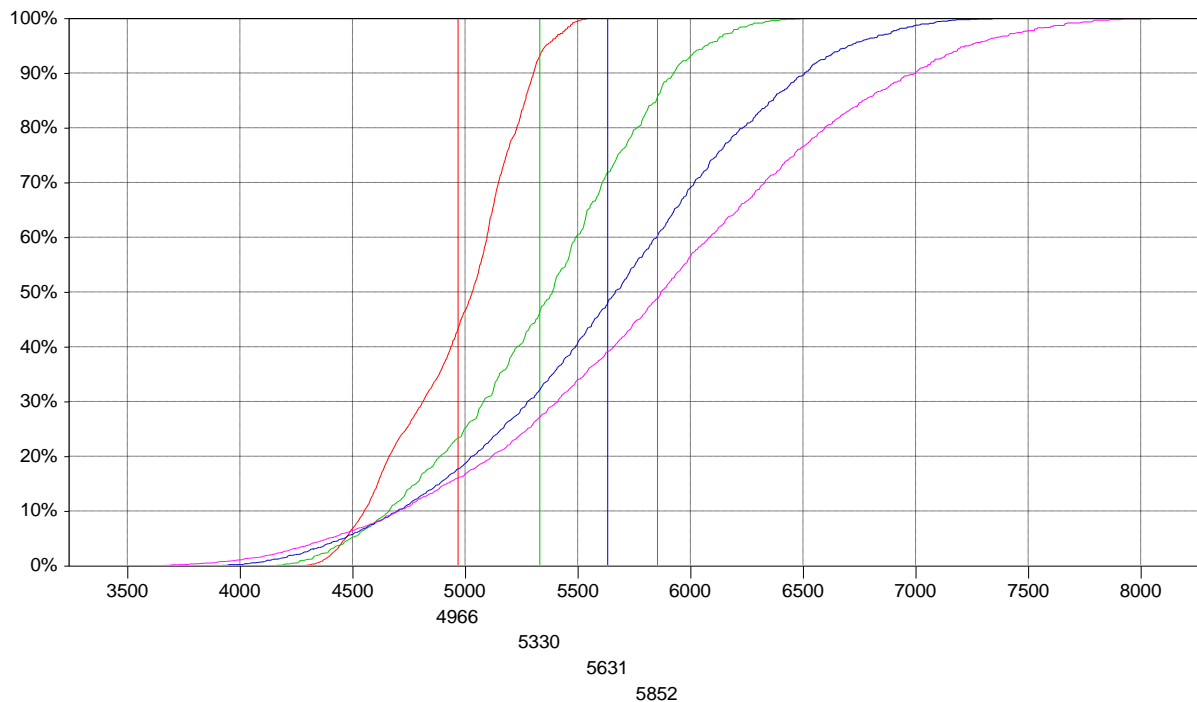
Det er kjørt en rekke analyser for å vurdere godheten og rimeligheten av ulike forutsetninger. Samtidig er det gjort revurderinger av noen av variabelverdiene, særlig for lavt scenario og basisscenario hva gjelder elbiler og nytt effektbehov som er blitt kjent etter 2011. Dette betyr at sannsynlighetene for de to laveste scenarioene bør være relativt lave, og at det opprinnelige basisscenarioet bør ha en sannsynlighet vesentlig under 50%.

Variabelen som rapporteres er *høyeste forventede effekt* i et gitt år. Modellberegningene starter med høyeste registrerte effekt pr time i perioden 2008-2010 (tall for 6.1.2010). Året 2010 var et spesielt kaldt år i Oslo, graddagstallet var nesten 16% høyere enn normalperioden 1981-2000 (Enova 2010). Referansedatoen, 6.1.2010, er den kaldest registrerte datoen i Oslo siden før 1880 (DNMI, 2013<sup>4</sup>). Dette betyr at usikkerheten i *temperaturforhold* i stor grad er hensyntatt i nivået som er benyttet som utgangspunkt i analysen. Vi kan dermed forstå effektmålet som rapporteres i analysen som øvre dimensjonerende effekt på svært kalde dager, og fokusere på usikkerheten i det underliggende behovet som er modellert i beregningene.

<sup>4</sup> Se <http://www.yr.no/sted/Norge/Oslo/rekorder.html>

## 5.2 Resultater

Utfallsrommet for de fire kjøringene som er gjort er vist i Figur 5-2. Figuren viser fullt utfallsrom for effektbehovet i 2020, 2030, 2040 og 2050. Effekt i MW vises langs x-aksen, og den akkumulerte sannsynligheten for et gitt nivå eller lavere vises langs y-aksen. De fire vertikale linjene viser forventet verdi for hvert av tidspunktene.

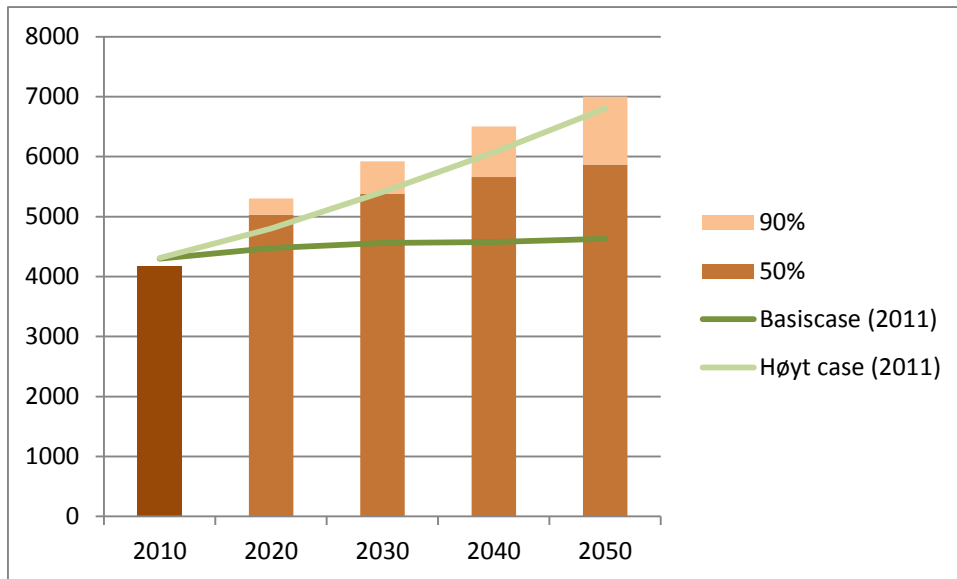


**Figur 5-2** Utfallsrom, sannsynlighetsfordeling og forventet verdi for effektbehov på fire tidspunkter

Forventet effekt stiger fra 4966 MW i 2020 til 5852 MW i 2050. Formen på kurvene viser at det er relativt liten usikkerhet i forhold til effektbehovet i 2020, mens usikkerheten rimeligvis er betydelig større i 2050. Den statistiske fordelingen ligger nær normalfordeling (skewness tilnærmet lik null, kurtosis 2-3).

Ut fra en subjektiv rimelighetsvurdering (se avsnitt 3.2) velger vi her å presentere resultater på ca 90% signifikansnivå som et hensiktsmessig planleggingsnivå.

Utfallsrommene for 50%- og 90%-nivåene er vist i Figur 5-3, sammenlignet med høyt scenario og basisscenario fra 2011.



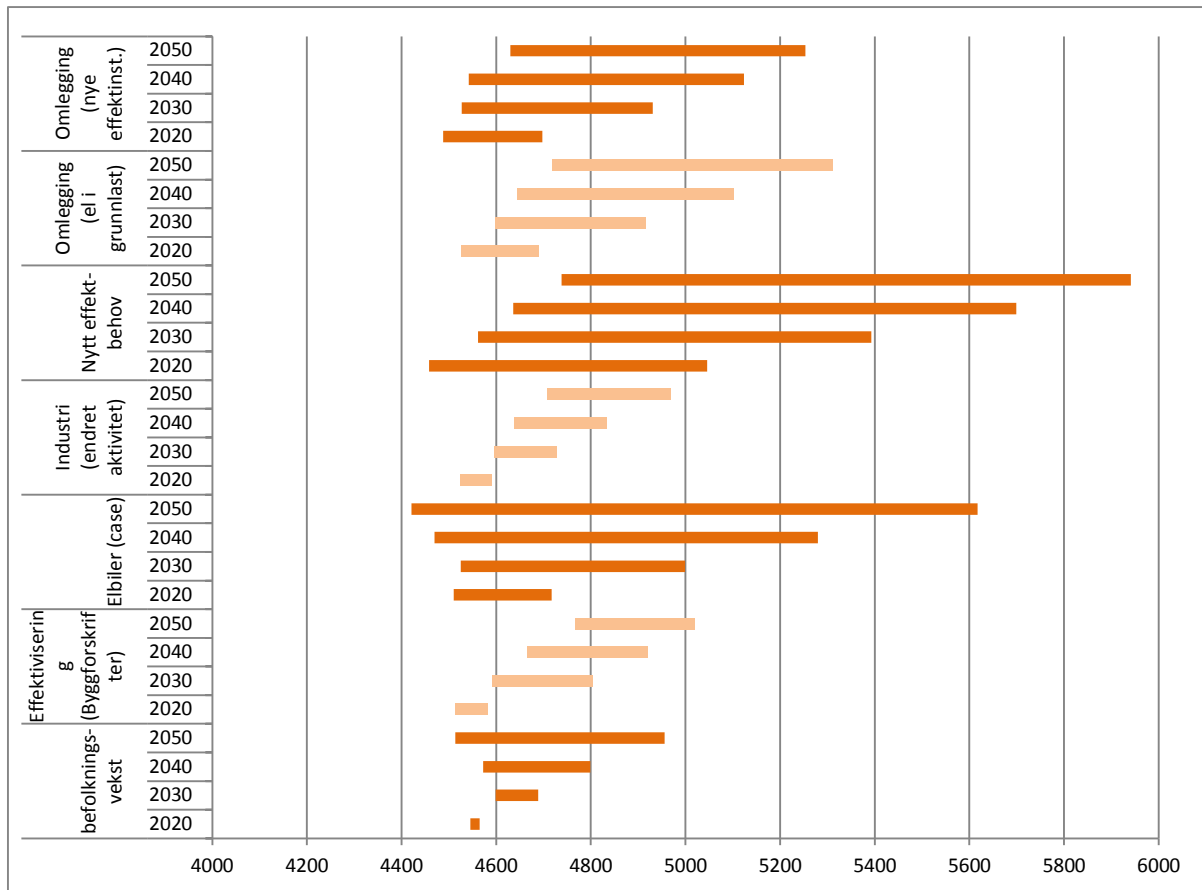
Figur 5-3 Nivå for usikkerhetsanalysen på 50% og 90% signifikansnivå, sammenlignet med resultater fra 2011. Tall i MW

Tallene er ikke direkte sammenlignbare, siden det er gjort enkelte justeringer i tallgrunnlaget i den nye analysen siden 2011 – blant annet i forhold til nytt, kjent effektbehov. Dette gjør særlig at basis- og lavscenariene fra 2011 nå fremkommer med lav sannsynlighet. Justeringer knyttet til nytt, stort forbruk samt konvertering av oljefyring innebærer også at sannsynligheten for høyt scenario fra 2011 fremstår som relativt lav i den første delen av analyseperioden.

Planarbeidet som allerede er gjennomført i Statnett har lagt til grunn et dimensjonerende effektbehov på 6800 MW. Med referanse til 2050 finner vi en sannsynlighet lik 86% for dette nivået. I 2040 tilsvarer 6800 MW en sannsynlighet lik 96%. For 2020 og 2030 representerer 6800 MW en sannsynlighet på 100% (utenfor området). I forhold til diskusjonen i avsnitt 3.2 betyr dette at dimensjonering opp til 6800 MW synes tilstrekkelig til å unngå situasjoner med risiko for å ha for lite kapasitet i sentralnettet i perioden frem til 2030, og relativt lav risiko helt frem til 2050.

Utfallsrommet er definert ut fra alle mulige kombinasjoner av de variablene som er listet i Tabell 4-6, i tillegg til faste parametre som ble benyttet i effektprognosene i 2011.

Sensitiviteten for hver av variablene over tid er vist i tornadodiagrammet i Figur 5-4. De liggende stolpene viser utfallsrommet i MW for beregnet last avhengig av endringer i hver variabel mellom lav og høy utfallsverdi, gitt at alle andre variabler settes til basisverdien.



Figur 5-4 Tornadodiagram for alle variabler, pr tiårstidspunkt. Tall i MW

De to viktigste variablene er nytt effektbehov og elbiler. Under nytt effektbehov ligger både konvertering av dagens oljefyring og nytt, stort punktforbruk – blant annet NSBs nye, planlagte omformerstasjon. Variabelen elbiler spenner over situasjoner der elbiler blir en sekundær del av samlet transportløsning (24% markedsandel i 2050) til en situasjon der elbiler blir en dominerende løsning (markedsandel >90% i 2050)

Befolkningsvekst og innføring av nye byggstandarder – utover det som allerede er innført gjennom TEK10 – bidrar med mindre varians i resultatene. Det samme gjelder utviklingen i el til prosess i industrien. Derimot gir andelen el i nye bygg og overinstallasjon av effekt i forhold til norm i nye bygg en viss variasjon.

## 6 Vurdering

### 6.1 Vurderinger innenfor analyseperioden (2020-2050)

Utfallsrommet for dimensjonerende effekt som fremkommer i usikkerhetsanalysen bekrefter i stor grad nivået i høyt scenario i den opprinnelige analysen som et rimelig planleggingsnivå for fremtidig effekt. Signifikansnivået på lang sikt (frem til 2050) ligger i størrelsesorden 85-90%. Usikkerhetsanalysen indikerer imidlertid at veksten i effekt kan skje noe raskere enn forutsatt i den opprinnelige analysen. Dette er særlig begrunnet av enkelte

nye, kjente forhold som har fremkommet etter 2011. Særlig kan en høy elandel i konvertering av dagens oljefyring – det vil si at olje erstattes med elkjeler – bidra til en rask vekst i effektbehovet med inntil 400 MW. Sannsynligheten for et så stort omfang av konvertering fra olje til direkte eloppvarming er imidlertid forholdsvis liten.

Et hovedresultat fra analysen i 2011 var at utviklingen i *byggstandarder* og forventet *befolknings- og arealvekst* i stor grad utjevnet hverandre. Dette resultatet bekreftes av usikkerhetsanalysen. Selv med en svært sen innfasing av passivhusstandard – effektivt fra 2035 – er sensitiviteten liten. Årsaken til dette er at gjeldende byggstandard (TEK10) i seg selv er nok til å oppnå mye av utflatingen. Forskjellen mellom tidlig (2019) og sen (2035) innfasing av passivhus er i seg selv bare 200 MW med referanse til 2050. Diskusjonene om hvorvidt passivhus faktisk oppnår energi- og effektytelsen som normen tilsier er dermed ikke av spesielt stor betydning for prognosene for fremtidig effektbehov.

Derimot kan *nye effektinstallasjoner* med høy grad av samtidighet bidra til en forholdsvis vesentlig økning i effekten. Det er ikke gjort nærmere konkrete analyser av samtidighet for utstyr som induksjonsovner og gjennomstrømningsvarmere. På prinsipielt grunnlag synes det mest sannsynlig at reduksjonen i brukstid for denne type utstyr i forhold til tilsvarende utstyr i dag vil oppveie den økte effekten på enhetsnivå. Dette betyr at sannsynligheten for at denne type utstyr medfører økt effektbelastning på overordnet nivå er begrenset. I usikkerhetsanalysen er det lagt inn et høyt scenario med 25% sannsynlighet, som også reflekterer muligheten for at det installeres andre typer utstyr med høyere effektbehov enn normen i nye bygg.

I motsetning til installasjon av utstyr som i hovedsak erstatter effektbehov som allerede finnes, er *elbiler* et helt nytt behov med betydelig potensielt omfang. Selv om den potensielle energimengden i transport er beskjedent i forhold til stasjonært forbruk, kan effektbehovet bli stort. De tre utfallsrommene som er benyttet spenner over et utfallsrom der elbiler er en vesentlig, men sekundær del av transport, til at elbiler er dominerende løsning. Det er svært vanskelig å spå om fremtidige elbilandeler, men man kan observere at alle de store bilprodusentene nå lanserer elbiler i sitt produktutvalg, samtidig som batterikapasitet og kjørelengde er kraftig økende. Videre vil fremveksten av plug-inhybrider i stor grad gi det samme ladebehovet i byer og tettsteder som elbiler, dog avhengig av prisforholdet mellom el og andre energibærere (biodrivstoff eller bensin/diesel).

I tillegg til antallet elbiler er lademønsteret og andelen av lading som skjer i høylasttimene viktig. Andelen av hurtiglading er viktig lokalt, men neppe på sentralnettsnivå. Høy andel hurtiglading kan imidlertid bidra til en høyere andel av lading i høylasttimer. Begrunnelsen for dette er at betalingsvilligheten for hurtiglading mest sannsynlig vil være høyest når den økonomiske aktiviteten er høyest – det vil si i vanlig arbeidstid på virkedager.



Vi vurderer derfor at usikkerheten rundt fremtidig behov fra elbiler er en av de viktigste faktorene i forhold til utfallsrommet for fremtidig effektbehov.

*Omlegging av oljefyring* kan bidra med inntil 400 MW økt effekt. Siden både Klimameldingen og Oslo kommunes høringsutkast for strategi for energieffektive bygg signaliserer en full utfasing av oljefyring innen 2020, virker det rimelig å anta svært mye av dagens oljefyring vil være konvertert innen 2020. Et sentralt spørsmål er hvor mye som vil konverteres til el. I et scenario med utbygging av mye ny fornybar el i det nordiske markedet, og en utbredt oppfatning av at elprisen derfor vil være relativt lav i en lang periode, er det rimelig å anta en høy elandel. Investeringskostnaden i direkte el (elkjel eller panelovner) er liten, og kan derfor være et attraktivt alternativ for dagens eiere av oljekjeler. Ikke desto mindre finnes alternativer, slik som grunnvarmepumpe og tilknytning til fjernvarme (der fjernvarmeselskapene ønsker å tilby dette). Vi har dog valgt å legge en høy sannsynlighet på at mye av oljefyringen konverteres til direkte el med tilhørende økning i effektbehov. Det er ikke tatt høyde for senere omlegging til andre energibærere i perioden frem til 2050.

Lav elpris vil også påvirke den generelle *konkurransestykken for el*. I høyt scenario er det lagt til grunn at elprisen forblir lav i forhold til alternative energibærere, og dermed opprettholder en høy markedsandel både i eksisterende og nye bygg. I lavt scenario er det forutsatt at andre energibærere tar vesentlige markedsandeler fra el til oppvarmingsformål.

*Annet effektbehov fra større punkter* kan komme i tillegg til økt behov fra dagens oljekjelbrukere. Elektrifisering av havnene og ny omformer for Jernbaneverket bidrar med ca 130 MW. Planer om serverparker eller annet nytt, stort punktbehov har foreløpig ikke materialisert seg. Som et sannsynlig, uspesifisert behov innen 2050 er det benyttet et anslag på inntil 400 MW utover en full konvertering av oljefyring.

Utviklingen i eksisterende *industri* (prosessformål) betyr forholdsvis lite for prognosene. Verken Oslo eller Akershus er naturlig lokalisering for ny, stor industri, hvilket er reflektert i utfallsrommet for denne type etterspørsel i analysen.

*Tidsprofilen* for forbruket er vesentlig forhold til utbyggingstakt og prioritering mellom ulike utbyggingsprosjekter innenfor planområdet. Prognosen fra 2011 – også for høyt scenario – viser en langt slakere vekst enn det vi nå finner sannsynlig. Som følge av omlegging av oljefyring og annet nytt punktforbruk (Jernbaneverket og havner) kan vi allerede før 2020 se en lastøkning på over 500 MW. I tillegg kommer effekten av generell befolkningsvekst og elbiler. Dersom man skal oppnå et meget høyt signifikansnivå for å møte behovet i 2020, må kapasiteten i nettet samlet sett være i størrelsesorden 5350 MW (95%).

## 6.2 Vurdering av lastutvikling etter 2050

Beregningsmodellen og datasettet dekker perioden frem til 2050. De anleggene som skal bygges har en sannsynlig levetid på 70-90 år, og vi inkluderer derfor en kvalitativ vurdering av videre utviklingstrekk som kan ha betydning for valg av dimensjonerende effekt.

Den demografiske sentraliseringstendensen er sterk i hele perioden frem til 2050. Dersom denne trenden fortsetter også etter 2050, innebærer det fortsatt økning i befolkningen i Oslo-regionen. Det er imidlertid mindre sannsynlig at økningen i byggareal vil være proporsjonal med befolkningen, økt folkemengde vil mest sannsynlig også øke andelen av blokkleiligheter og redusere antall kvadratmeter pr innbygger.

Samtidig må man regne med at bygg i fremtiden vil være mindre energi- og effektkrevende enn det som er lagt til grunn i usikkerhetsanalysen og 2011-analysen. Ett vesentlig utviklingstrekk er overgang til plusshus, det vil si passivhus (eller bedre) som i tillegg har lokal elproduksjon. I prinsippet vil plusshus redusere behovet for el levert via nettet, ved at egenproduksjon under sentralnettsnivå øker. I forhold til effektbehov er dette ikke like åpenbart. Lokal elproduksjon i bygg kan baseres på flere ulike teknologier. Ut fra dagens kunnskap er solenergi (PV) antagelig blant de mest aktuelle. Produksjon fra sol i en kaldeste årstiden i Oslo er imidlertid meget lav, slik at bidrag til redusert last i forventet tidsrom for makslast er lite. Det samme kan gjelde mindre vindkraftanlegg, hvor de kaldeste dagene normalt er karakterisert ved stabile høytrykk og dermed lite vind. Vi mener derfor at det er liten grunn til å forvente at lokal elproduksjon vil bidra til redusert behov for kapasitet i sentralnettet.

Veksten i el i transport må forventes å være forholdsvis proporsjonal med befolkningsutviklingen etter 2050, under forutsetning av at elbiler på det tidspunktet er dominerende transportløsning. Utviklingen i industri og annet stort punktforbruk er vanskelig å spå noe om, men en utvikling i retning av stadig større befolkning og mer urbaniserte områder burde trekke i retning av at innslaget av industri snarere reduseres enn øker

En økning i maks effektbehov fra 4200 MW i 2010 til 6800 MW i 2050 innebærer en samlet vekst på ca 60%. I samme periode er det lagt til grunn en befolkningsvekst på ca 70%. Dette gir et forhold mellom effekt- og befolkningsvekst på ca 85%. I det beregnede effektbehovet ligger det inne en betydelig vekst i nytt forbruk for elbiler. Uten denne oppbyggingen ville forholdet mellom effekt- og befolkningsvekst vært i størrelsesorden 70%. Basert på drøftingen over mener vi det er grunnlag for å nedjustere dette forholdet noe på lang sikt etter 2050.

Den årlige befolkningsveksten i høyt scenario (HHMH) er ca 1,1% etter 2040, og avtagende. Med tilsvarende trend fremover i perioden 2050-2070 vil befolkningen ha økt med ca 22% i

2070 i forhold til 2050. Med et forholdstall mellom økt effektbehov og befolkningsvekst lik 60% vil det gi et økt effektbehov på 13% eller nesten 900 MW, eller 7700 MW i 2070.