

**FRIDRIK BALDURSSON**  
Professor, Universitetet i Reykjavik (utvalgsleder)

**OLVAR BERGLAND**  
Førsteamanuensis,  
Universitetet for miljø- og biovitenskap (utvalgsmedlem)

**JØRGEN BJØRNDALEN**  
Rådgiver, ECgroup (sekretariatsmedlem)



**CATHRINE HAGEM**  
Seniorforsker, Statistisk sentralbyrå (utvalgsmedlem)

**ANE MARTE HEGGEDAL**  
Stipendiat, NTNU (sekretariatsmedlem)

**HÅVARD MOEN**  
Rådgiver, ECgroup (sekretariatsmedlem)

**KNUT EINAR ROSENDAHL**  
Seniorforsker, Statistisk sentralbyrå (sekretariatsleder)



## Har vi tid til å vente på en sjøkabel i Hardanger?<sup>1</sup>

Sjøkabel framfor luftspenn mellom Sima og Samnanger i Hardanger vil forsinke den nye strømforbindelsen fram til Bergensområdet. Et sentralt spørsmål i valget mellom sjøkabel og luftlinje er derfor hva som blir konsekvensene av forsinkelsen. Hvor lenge må man vente? Hva skjer med forsyningen av strøm til Bergensområdet i ventetiden? Kan man regne med kortere eller lengre perioder med strømavbrudd? Hvis strømforsyningen blir vanskelig, er det i så fall noe en kan gjøre for å forbedre situasjon? Dette var spørsmål som et av Sjøkabelutvalgene (Utvalg III), nedsatt av Olje- og energidepartementet, skulle besvare. Denne artikkelen er basert på hovedkonklusjonene fra utvalgets rapport.

### 1 BAKGRUNN

Statnett søkte i 2006 om konsesjon for en ny kraftledning i luftspenn mellom Sima og Samnanger. Søknaden var i hovedsak begrunnet i behovet for å forbedre strømforsyningen inn til Bergensområdet vinterstid, men også behovet for økt overføringskapasitet ut av området i sommerhalvåret ble omtalt (Statnett, 2004). Konsesjon for utbygging ble gitt 2. juli 2010. Vedtaket resulterte i kraftige protester, med blant annet krav om bruk av sjøkabler framfor luft-

spenn. Olje- og Energidepartementet satte 31. august 2010 ned fire utvalg som skulle sikre en fornyet, uavhengig og grundig gjennomgang av sjøkabelalternativet i Hardanger. Det hadde også blitt reist spørsmål om nødvendigheten av Sima-Samnanger forbindelsen (se Hope, 2010, Strøm og Rasmussen, 2010, og Tjøtta, 2010). Ingen av utvalgene fikk imidlertid i oppgave å vurdere behovet for Sima-Samnanger. Dette utvalget (Utvalg III) skulle *vurdere de forsyningsmessige konsekvenser av en utsatt idriftsettelse av en Sima-Samnanger forbindelse, og utrede aktuelle tiltak for å opprettholde en akseptabel sikkerhet i kraftsystemet over både kortvarige og mer langvarige situasjoner*. Våre

\* Takk for gode kommentarer til førsteutkastet fra redaktøren.

<sup>1</sup> Etter at denne artikkelen ble skrevet har Regjeringen besluttet å bygge Sima-Samnanger forbindelsen med luftspenn.

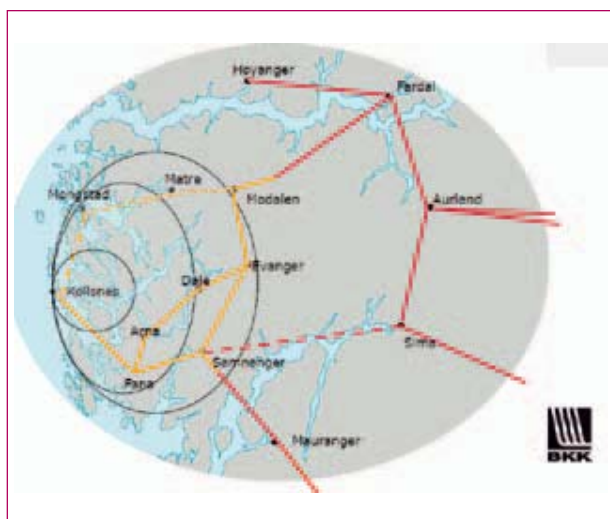
hovedkonklusjoner (Sjøkabelutredningen, Utvalg III, 2011) omtales i denne artikkelen.

Dersom sjøkabelalternativet velges istedenfor luftlinjer, vil dette forsinke utbyggingen som følge av ny konsesjonsrunde, økt tidsbruk i forbindelse med anbudsrunde, produksjon og legging av kabler, og ferdigstilling. Den totale tidsbruken fra beslutning fattes til sjøkablene kan kobles til kraftnettet antas å være mellom fire og ti år, med sju år som et realistisk anslag. Vi har derfor vurdert forsyningssituasjonen fram mot 2020.

## 2 BERGENSOMRÅDET (BKK-OMRÅDET)

Bergensområdet, eller mer presist BKK-området, er området innenfor den største sirkelen i Figur 1.<sup>2</sup> Det er i dag to hovedforbindelser inn til dette området: Fra Mauranger til Samnanger (sørfra), og fra Fardal via Modalen til Evanger (nordfra). Disse to ledningene definerer det såkalte BKK-snittet og forsyner hele BKK-området. En overføringsforbindelse mellom Sima og Samnanger vil øke antall overføringsforbindelser inn til BKK-området fra to til tre.

Figur 1. Sentrale overføringsforbindelser inn til og innen BKK-området.



Kilde: BKK Nett

Det er krafteksport fra BKK-området sommerstid, og kraftimport til området vinterstid. Siden vårt utvalg skulle vurdere forsyningssikkerheten, har vi bare vurdert for-

<sup>2</sup> Bergenshalvøens Kommunale Kraftselskap, BKK, eier og drifter det regionale nettet i området.

syningssituasjonen i vintersesongen, definert som de fire vintermånedene desember, januar, februar og mars.

Forsyningssikkerheten i et område er dels bestemt av den fysiske nettkapasiteten inn til området, dels av tilgangen på produksjonskapasitet (effekt og energi) i området, og dels av hvordan nettet driftes i området. Før vi går videre vil vi forklare enkelte sentrale begreper.

## 3 SENTRALE BEGREPER

### Kriterier for forsyningssikkerhet

Et sentralt kriterium i diskusjonen av forsyningssikkerhet er det såkalte N-1 kriteriet. Det brukes om situasjoner hvor ingen forbrukere mister forsyningen dersom én kritisk enkeltkomponent i kraftsystemet faller ut. Sentralnettet planlegges og driftes i hovedsak ut fra N-1 kriteriet. I enkelte vanskelige driftssituasjoner vil N-1/2 eller N-0 kriteriet benyttes. N-0 innebærer at alle kunder i det aktuelle området blir mørklagt ved en kritisk feil i nettet, mens N-1/2 betyr at en forhåndsdefinert del av området automatisk kobles ut, via et såkalt systemvern, dersom det oppstår en kritisk feil i nettet. Denne muligheten for automatisk utkobling hindrer total mørklegging av hele området dersom det skjer en feil på nettet i vanskelige driftssituasjoner. Etter vinteren 2009/2010 ble det installert et nytt systemvern i BKK-området som gjør at flere brukere kan kobles ut ved kritiske feil. Det gjør at man kan overføre mer elektrisitet ved N-1/2 drift, noe som reduserer behovet for N-0 drift i framtida.

### Overføringskapasiteten til BKK-området

Ledningen inn til BKK-området sørfra (se Figur 1) har lavest overføringskapasitet. Etter temperaturoppgradering i 2010, tåler denne ledningen en kontinuerlig overføring på 850 MW. I en kort periode (det vil si i inntil 15 minutter) tåler ledningen 900 MW. Definisjonen av N-1 kriteriet innebærer at så lenge nettet er intakt, og det er tilstrekkelig med ledig produksjonskapasitet innen BKK-området som kan settes hurtig i drift, kan overføringen (importen) være inntil 900 MW uten å bryte N-1 kriteriet. I perioder hvor det ikke er tilstrekkelig med ledig produksjonskapasitet innen BKK-området som kan settes hurtig i drift, må overføringen (importen) være under 850 MW for å ikke bryte N-1 kriteriet.

Definisjonen av N-1 kriteriet innebærer dermed at BKK-snittet har det som kalles en *kontinuerlig N-1 importgrense* på 850 MW og en *kortvarig N-1 importgrense* på 900 MW.

### Effekt og energi

I diskusjonen av forsyningssikkerhet kan det være hensiktsmessig å skille mellom vanskelige *effektsituasjoner* og vanskelige *energisisituasjoner*. Med vanskelige effektsituasjoner mener vi kortvarige situasjoner (enkelttimer) der det er knapphet på tilgjengelig effekt (W) i området. Det vil si at etterspørselen etter elektrisitet overstiger summen av maksimal produksjonskapasitet og importkapasitet (gitt kontinuerlig N-1 grense). Med vanskelige energisisituasjoner mener vi situasjoner der det kan være knapphet på energi (Wh) gjennom en vintersesong. Hvis det er lite vann i magasinene, vil produsentene være tilbakeholdne med å produsere selv om etterspørselen er høy. En vanskelig energisisituasjon kan derfor føre til at importgrensen utfordres over et lengre tidsrom selv om effektsituasjonen isolert sett er tilfredsstillende.

#### 4 FORSYNINGSSITUASJONEN VINTEREN 2009/2010

Statnetts hovedargument for nødvendigheten av Simate-Samnanger forbindelsen var forsyningssikkerheten inn til BKK-området (Statnett, 2004).<sup>3</sup> Mulighetene for anstrengte energi- og effektsituasjoner ble aktualisert ved en usedvanlig kald og tørr vinter i 2009/2010, se Drange (2011). For å vurdere forsyningssituasjonen fremover kan det være nyttig å bruke denne vinteren som en referanse.

Magasinbeholdningen ved inngangen til vinteren var omtrent som normalt, men tilsiget i løpet av vinteren var svært lavt. Forbruket i alminnelig forsyning var klart større enn i tidligere år. Utfordringen for Statnett var todelt. På den ene siden var innmeldt produksjon i BKK-området for liten til å dekke etterspørselen uten å måtte bryte N-1 grensen. Dette kan Statnett løse ved å spesialregulere opp produksjonen innenfor BKK-snippet gitt at det er tilgjengelig kapasitet. På den annen side var det etter hvert en viss risiko for at det skulle bli knapphet på vann mot slutten av vinteren, og denne risikoen ville tilta ved langvarig oppregulering av produksjonen. Første halvdel av vinteren valgte Statnett spesialregulering, samtidig som nettet til tider ble driftet etter N-1/2 kriteriet. I andre halvdel av vinteren valgte Statnett å dele nettet i totalt nesten fire uker. Når nettet er delt blir den sørlige delen av BKK-området forsynt ensidig sørfra, mens den nordlige delen blir forsynt ensidig nordfra. Hele området vil da ha N-0 forsyningssikkerhet.

<sup>3</sup> Strømforsyningen inn til Bergensområdet er ikke bare begrenset av overføringskapasiteten i BKK-snippet, men også av kapasiteten internt i BKK-området. Bergen-snippet er i Figur 1 markert som den midterste ringen. Overføringskapasiteten i dette snippet vil ikke endres som følge av Simate-Samnanger.

Hensikten med å dele nettet er å øke importen til området uten å risikere sammenbrudd i hele BKK-nettet (og omkringliggende nett) dersom en kritisk feil oppstår.

BKK-området har alltid vært en del av et større anmeldingsområde (prisområde), og gjennom mesteparten av vinteren inngikk området i et svært stort prisområde med god tilgang på kraft og tilhørende lave priser. Kraftforbrukerne i BKK-området stod derfor overfor forholdsvis lave priser gjennom hele vinteren, som på ingen måte gjenspeilet effekt- og energisisituasjonen i området. Sett i ettertid hadde produsentene i BKK-området derfor ikke særlig mye å tjene på å spare mer vann før vinteren startet.

Etter utvalgets beregninger ble nettet drevet med redusert driftssikkerhet (N-0 eller N-1/2 drift) 700 timer vinteren 2009/2010. Dette er betydelig lavere enn Statnetts egne anslag på 1300 timer (Statnett, 2010a).<sup>4</sup> I etterkant kan det dessuten konstateres at det ville vært nok energi tilgjengelig til å kunne overholde N-1 kriteriet hele vinteren uten å ende opp med spesielt lave fyllingsnivåer i magasinene.

#### 5 UTVIKLING I FORBRUK OG PRODUKSJON AV KRAFT FRAM MOT 2020

##### Utvikling i forbruket.

Kraftforbruket i BKK-området kan i all hovedsak deles inn i to hovedgrupper. Den ene gruppen er alminnelig forsyning, som i dag står for om lag 70 prosent av forbruket.<sup>5</sup> Den andre gruppen er petroleumsindustrien, som i dag står for nesten 30 prosent. Forbruket i vintersesongen ligger rundt 4 000 GWh.

Utvalget forventer en langsiktig trend i veksten i kraftforbruket hos alminnelig forsyning i BKK-området på omkring én prosent per år de neste ti årene. Dette er i tråd med hva BKK Nett legger til grunn i sine prognoser, og henger sammen med en forventet befolkningsvekst på én prosent per år. Forbruket per innbygger påvirkes også av faktorer som økonomisk vekst, energieffektivisering og kraftpriser (se Halvorsen, 2011a, 2011b). Siden år 2000 har disse faktorene i stor grad utlignet hverandre, men det kan ikke utelukkes en merkbar økning eller reduksjon i forbruket per innbygger de neste ti årene. Utvalget har

<sup>4</sup> Denne uenigheten handler i første rekke om vurdering av hvor mye produksjonskapasitet som var ledig og kunne aktiveres på kort varsel innenfor BKK-snippet.

<sup>5</sup> Med alminnelig forsyning menes nettoforbruk av elektrisk kraft fratrukket forbruk i kraftintensiv industri og petroleumsindustrien.

Tabell 1. *Scenarier for utvikling i produksjonskapasitet og forbruksvekst, og ulike utfall for magasinfyllingen ved inngangen til vintersesongen og vinterværet:*

<b>Scenarier for utvikling i produksjonskapasitet og forbruksvekst</b>	Basis (forventet utvikling)	EVM har full produksjon fra og med 1. januar 2015 og linjen Modalen-Mongstad-Kollsnes er klar innen vinteren 2016/2017. Vinterforbruk og maksimallast i alminnelig forsyning vokser med én prosent per år.
	Halv EVM	Som Basis bortsett fra at EVM har halv produksjon hele perioden.
	Høy vekst	Som Basis bortsett fra at vinterforbruk og maksimallast i alminnelig forsyning vokser med tre prosent per år.
<b>Ulike utfall for magasinfylling ved inngangen til vintersesongen</b>	Normal mag.	Normal magasinfylling (77 %) ved inngangen til vinteren.
	Lav mag.	Lav magasinfylling (60 %) ved inngangen til vinteren.
<b>Ulike utfall for tempertur og nedbør</b>	Normalt vær	Normal vintertemperatur og normal nedbør
	Kaldt	Kaldt vintervær (2,5 prosent persentil for temperatur siste 50 år).
	Tørt	Tørt vintervær (2,5 prosent persentil for tilsig siste 50 år).
	Tørt og kaldt	Tørt og kaldt vintervær (2,5 prosent persentil for kombinasjonen av tilsig og temperatur siste 50 år).

derfor også vurdert konsekvensene av en raskere forbruksvekst, nærmere bestemt en trend på tre prosent årlig vekst i vinterforbruket og i maksimallasten hos alminnelig forsyning. Temperatur og priser vil gi årlige svingninger rundt den langsiktige trenden.

De største enkeltkundene i BKK-området er Kollsnes prosessanlegg, Mongstad raffineri og Troll A plattformen. Forbruket ved Kollsnes forventes å være forholdsvis konstant de neste ti årene, mens Mongstad raffineri forventer en økning på rundt 20 prosent. Den største økningen er planlagt på Troll-feltet. Se Figur 2 for samlet vekst i forbruket.

#### *Utvikling i produksjonen.*

Kraftproduksjonen i BKK-området har tradisjonelt bestått av nesten utelukkende magasinkraft. Magasinkapasiteten i BKK-området er på nærmere 2 800 GWh. Samlet effektkapasitet vinterstid varierer rundt 1 100 MW. Produksjonen i vintermånedene har ligget på noe over 2 000 GWh i gjennomsnitt, men det er store årlige variasjoner. Når kraftlinjen Modalen-Mongstad-Kollsnes (se prikket linje i Figur 1) kommer i drift, etter planen i 2016, vil BKK-snittet flyttes utover til Modalen. Det betyr at magasinkraft med rundt 200 MW effekt og 450 GWh magasinkapasitet kommer innenfor snittet, og dermed øker vannkraftproduksjonen betydelig i det vi har definert som BKK-området.

Energiverk Mongstad (EVM), som kom i drift mot slutten av 2010, har installert to gassturbiner med kapasitet på 140 MW elektrisitet hver. Fram mot 2015 skal kun en turbin være i drift på grunn av begrenset varmebehov ved Mongstad raffineri. Det er en viss usikkerhet omkring oppstarttidspunktet

for den andre turbinen. Med EVM i full drift vil effektkapasiteten i BKK-området om vinteren øke med rundt en fjerdedel sammenlignet med før EVM kom i drift, mens gjennomsnittlig vinterproduksjon vil øke med rundt 35 prosent

#### *Scenarier for utvikling i forbruk og produksjon*

Som det fremgår av diskusjonen over er det en rekke usikre faktorer som bestemmer utviklingen i forbruksvekst og produksjonskapasitet fram til 2020. I tillegg vil kraftforbruket og -produksjonen de neste ti årene også avhenge av variasjoner i temperatur og tilsig. Kalde vintre gir høyt forbruk og vintre med lite tilsig gir lav kraftproduksjon. Det er dessuten en klar samvariasjon mellom lave temperaturer og lite vintertilsig. Vi vurderer derfor effekten av såkalte tørre og kalde vintre, der vi legger til grunn 2,5 prosent persentilen for tilsig og temperatur fra de siste 50 årene. Vi legger til grunn en temperaturfølsomhet på tre prosent. Det betyr at én grad lavere gjennomsnittstemperatur antas å øke forbruket med tre prosent.

Fyllingsgraden ved inngangen til vinteren er like viktig som tilsiget i løpet av vinteren. Fyllingsgraden i begynnelsen av desember (uke 48) har variert mellom 40 og 90 prosent de siste 18 årene, med et gjennomsnitt på 77 prosent. Det er ingen klar (statistisk signifikant) korrelasjon mellom magasinfyllingen i starten av vinteren og tilsiget gjennom vintersesongen.

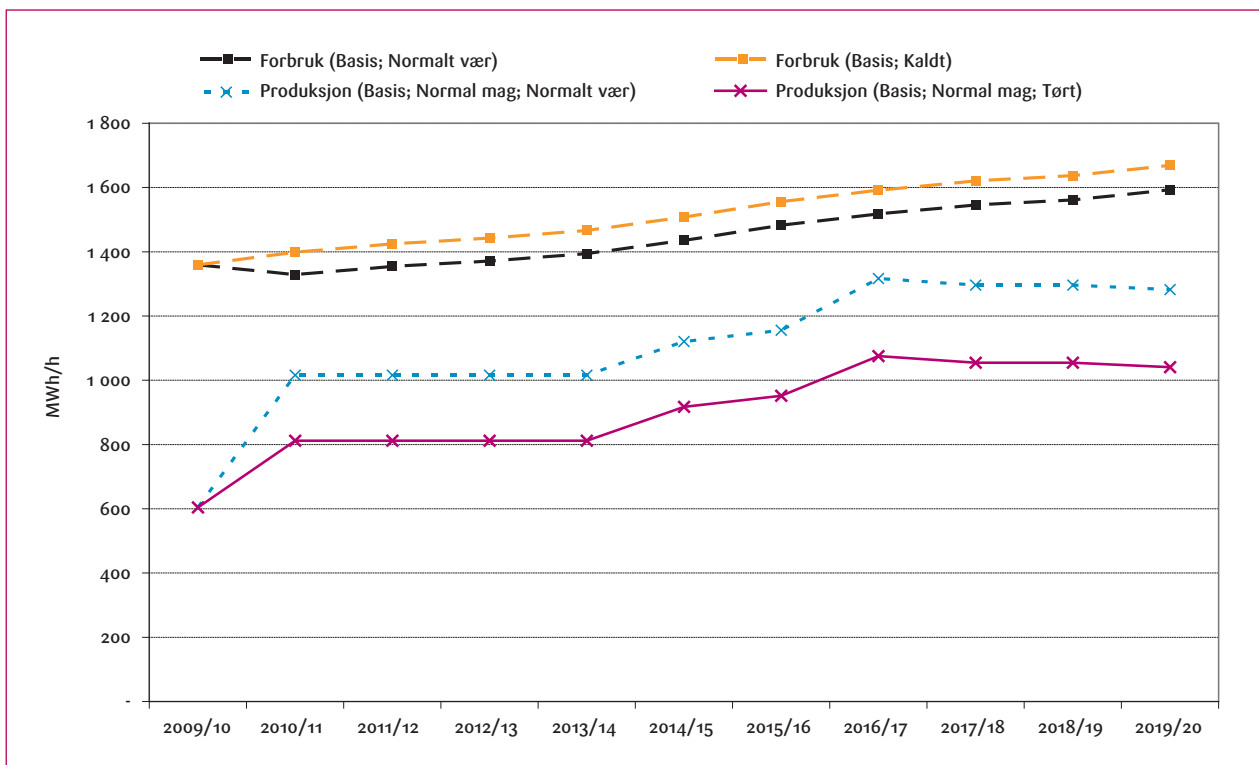
Tabell 1 gir en oversikt over våre ulike scenarier for utvikling i produksjonskapasitet og forbruk, og ulike utfall for magasinfyllingen ved starten av en vintersesong og vinterværet.<sup>6</sup>

<sup>6</sup> Det er også usikkerhet knyttet til nettforhold, slik som den planlagte linjen fra Modalen via Mongstad til Kollsnes.

Figur 2 viser utviklingen i forventet elektrisitetsforbruk og produksjon (Basis, Normal mag, Normalt vær). Forbruket og produksjonen av elektrisitet i BKK-området er ventet å vokse om lag like mye (målt i GWh) fra 2011 til 2020. Sammenlignet med vinteren 2009/2010 er imidlertid produksjonskapasiteten økt vesentlig ved at EVM er kommet i drift. Figuren viser også utviklingen fremover i Basis scenariet dersom vintrene blir tørre og kalde, slik som

vinteren 2009/2010 (Basis, Kaldt angir forbruk og Basis, Normal mag, Tørt angir produksjon). Differansen mellom forbruk og produksjon må dekkes opp gjennom import inn til BKK-området. Spørsmålet er da om det i perioder er nødvendig med så stor import at man må fravike N-1 kriteriet for å sikre at alle forbrukerne får den strømmen de ønsker.

Figur 2. Gjennomsnittlig elektrisitetsforbruk og produksjonsmuligheter innen BKK-området i løpet av en vintersesong, målt som gjennomsnittsforkbruk/-produksjon. MWh/h.



Kilde: Egne beregninger basert på ulike kilder

## 6 FORSYNINGSSITUASJONEN FRAM MOT 2020

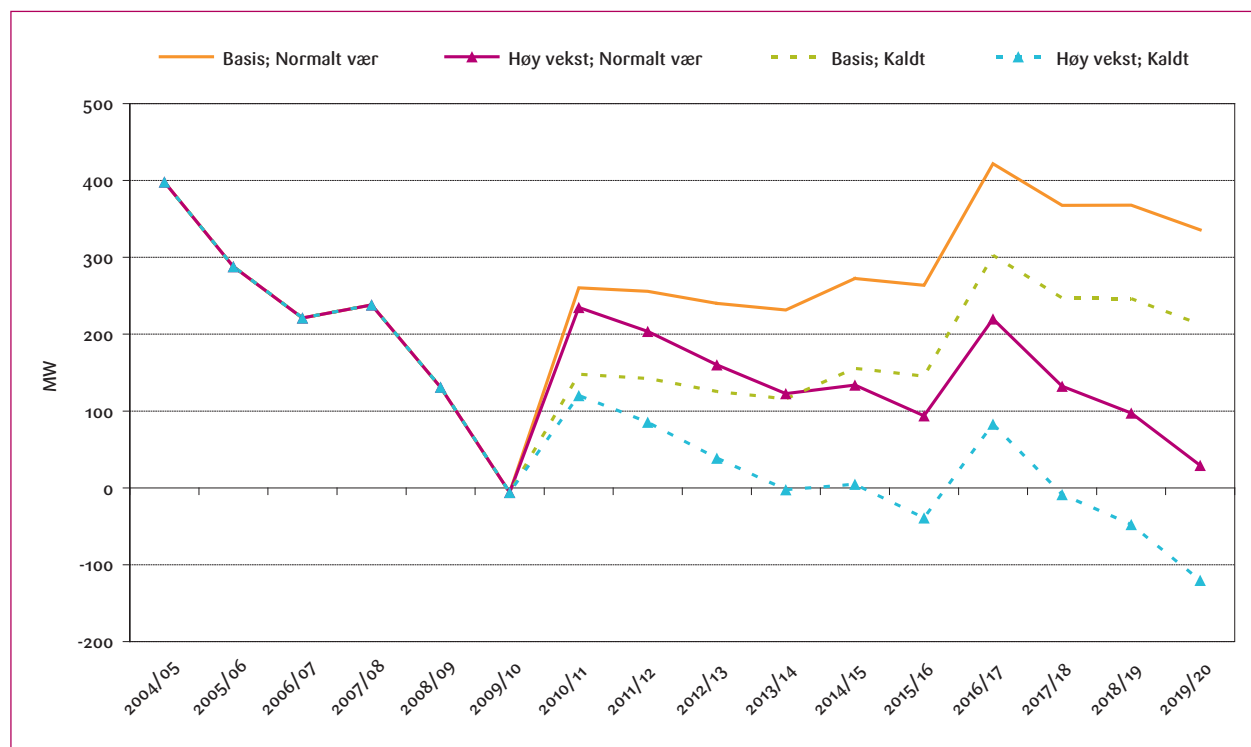
### – UTEN NYE TILTAK

Redusert driftsikkerhet, dvs. at man ikke overholder N-1 kriteriet i perioder, kan oppstå både som følge av effektknapphet og energiknapphet. Ved effektknapphet er summen av maksimal produksjonseffekt og importkapasitet, gitt overholdelse av N-1 kriteriet, ikke stor nok til å dekke etterspørselen når den er på sitt høyeste. N-1 kriteriet må da brytes i en (som regel) kort periode. Ved energiknapphet må N-1 kriteriet brytes over lengre perioder for få økt tilgang på energi til området.

### Vurdering av effektsituasjonen uten tiltak

Figur 3 viser effektmarginen, det vil si differansen mellom tilgangen på effekt (summen av produksjonskapasitet og overføringskapasitet gitt kontinuerlig N-1 grense) og høyeste forbruk i løpet av en vintersesong (maksimallast). Så lenge effektmarginen er positiv, kan N-1 kriteriet overholdes selv i de timene der forbruket er på det høyeste.

Figur 3. Effektmargin gjennom vintersesongene den kommende tiårsperioden. MW.



Kilde: Egne beregninger basert på ulike kilder

Figur 3 illustrerer at ved en forventet utvikling av forbruk og produksjon, og ved normale vintertemperaturer, vil det være om lag 300 MW gjennomsnittlig margin mellom tilgang på effekt og behovet for effekt i maksimallasttiden gjennom hele tiåret (*Basis, Normalt vær*). Dersom BKK-området i enkelte år vil oppleve spesielt lave temperaturer, vil marginen fortsatt være positiv dersom prognosene for forbruk og produksjon slår til (*Basis, Kaldt*). Den mest kritiske perioden fram mot 2020 er etter at Troll-feltet har økt sitt maksimale effektuttak, og før Modalen-Mongstad-Kollsnes er i drift. Men selv da vil effektsituasjonen være noe bedre enn i 2010, gitt samme lave temperaturer.

Dersom veksten i maksimallast hos alminnelig forsyning vokser raskere enn forventet (*Høy vekst*), vil effektmarginen bli mer utfordrende. I dette scenarioriet er imidlertid maksimallasten hos alminnelig forsyning hele 35 prosent høyere i 2020 enn i 2010 (ved like temperaturer). I vintre med ekstra lave temperaturer vil marginen da kunne bli negativ og mer utfordrende enn 2010 fra og med 2016 (se (*Høy vekst, Kaldt*)).

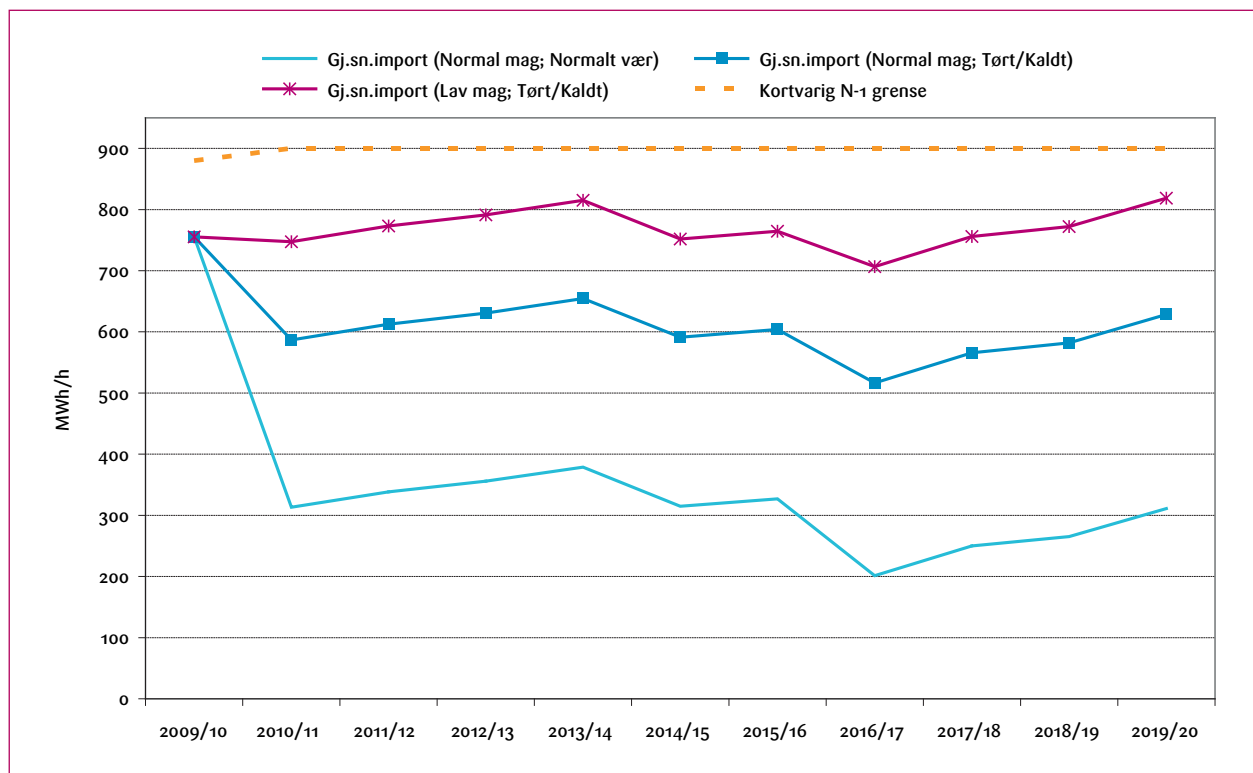
En utsatt oppstart av den andre turbinen ved EVM vil redusere effektmarginen i Figur 3 med 140 MW fra og med 2015, mens

en forsinkelse av forbindelsen Modalen-Mongstad-Kollsnes vil redusere marginen med 200 MW fra og med 2017. Dersom en av disse forsinkelsene inntreffer, vil effektmarginen på spesielt kalde vinterdager komme ned mot null, men fortsatt være positiv i *Basis* scenariet. Dersom ingen av disse to er på plass før vinteren 2016/2017, vil effektmarginen fortsatt trolig være positiv i normale vintre men ikke i vintre med spesielt kalde dager. En kombinasjon av høyere enn forventet forbruksvekst og utsettelse av enten Modalen-Mongstad-Kollsnes eller den andre turbinen ved EVM kan gi enda lavere margin.

#### Hva er konsekvensene av effektknapphet?

En negativ effektmargin gitt bruk av N-1 kriteriet innebærer ikke at deler av området vil bli mørklagt i maksimallasttiden, med mindre det oppstår en feil i nettet. I de timene der marginen er negativ vil man tillate økt overføring inn til området, slik at man opererer etter N-1/2 kriteriet. Det betyr at dersom en feil skulle oppstå i maksimallasttiden, vil deler av BKK-området bli koblet ut. Vi anslår sannsynligheten for en kombinasjon av nettfeil og effektknapphet til mindre enn én prosent i løpet av tiårsperioden. Hvor lenge de berørte forbrukerne forblir uten elektrisitet, avhenger av hvor lang tid det tar for feilen rettes *eller* effektmarginen gitt

Figur 4. Gjennomsnittlig behov for import i BKK-snittet i Basis scenario ved normal eller lav initial magasinfylling og normalt eller tørt og kaldt vintervær. MWh/h.



Kilde: Egne beregninger basert på ulike kilder.

N-1 kriteriet igjen blir positiv. Hvis for eksempel forbruket faller relativt raskt, kan alle forbrukerne kobles inn kort tid etter at effektmarginen er blitt positiv selv om feilen på nettet er av mer langvarig karakter.

#### Vurdering av energisituasjonen uten tiltak

En vanskelig energisituasjon oppstår dersom det er knapphet på elektrisk energi gjennom en vintersesong. Jo høyere forbruk i forhold til produksjon, jo større er importbehovet. Et høyt gjennomsnittlig importbehov utfordrer kapasiteten på ledningene, og kan gjøre det vanskelig å overholde N-1 kriteriet gjennom vintersesongen.

Basert på importbehovet vinteren 2009/2010 legger Utvalget til grunn at energisituasjonen i en vinter, gitt dagens prisområder, vil være vanskelig dersom differansen mellom den kortvarige N-1 grensen og gjennomsnittlig importbehov er 100–150 MWh/h eller lavere.<sup>7</sup>

<sup>7</sup> Vinteren 2009/2010 var gjennomsnittlig import om lag 125 MWh/h lavere enn kortvarig N-1 grense (880 MW), og ville vært 140 MWh/h lavere om N-1 grensen hadde vært overholdt hele vinteren (jf. kapittel 4).

#### Energiregnskap ved forventet utvikling i produksjonskapasitet og forbruksvekst

I Figur 4 viser vi energiregnskap basert på prognoser for 2011–2020 i Basis scenariet, både for normale vintre og spesielt tørre og kalde vintre. Vi legger til grunn ulike magasinnivåer ved inngangen til desember (se Tabell 1). Basert på prognosene for forbruk og produksjon, samt en temperaturfølsomhet på tre prosent, kan vi anslå gjennomsnittlig importbehov gjennom vinteren målt i MWh per time (MWh/h).<sup>8,9</sup>

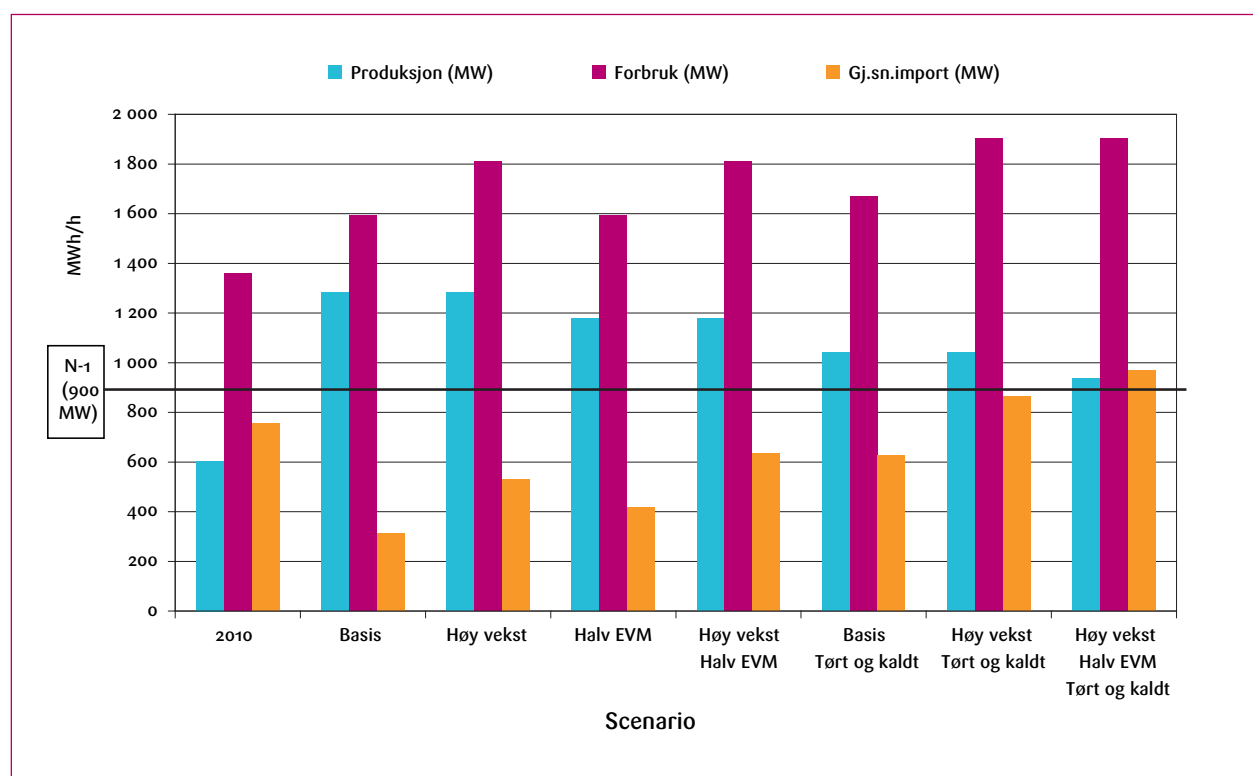
Ved normal magasinfylling ved inngangen til vinteren ser vi at energiregnskapet vil se bedre ut framover enn hva det var i 2009/2010, selv ved spesielt tørre og kalde vintre.<sup>10</sup>

<sup>8</sup> Dette vil være et gjennomsnitt over alle døgnetimer, og alle døgn i løpet av vinteren.

<sup>9</sup> Vi forutsetter at magasinfyllingen ved utgangen av mars må være minst 15 prosent av fullt nivå for å dekke et eventuelt mindre underskudd i april, og for ha en viss sikkerhetsmargin mot slutten av vinteren.

<sup>10</sup> I figuren er det for vinteren 2010 vist faktisk gjennomsnittlig import. Dersom vi hadde lagt til grunn henholdsvis 77 (normal) og 15 prosent magasinfylling 1. desember og 1. april, ville importbehovet i 2010 vært litt under 700 MWh/h.

Figur 5. Gjennomsnittlig behov for import i BKK-snittet vinteren 2019/2020 i ulike scenarier ved normal (77 prosent) initial magasinfylling. MWh/h.



Kilde: Egne beregninger basert på ulike kilder

Dersom magasinfyllingen ved inngangen til en tørr og kald vinter er så lav som 60 prosent (*Lav mag, Tørt og kaldt*), viser Figur 4 at differansen mellom kortvarig N-1 grense og gjennomsnittlig importbehov ligger mellom 70 og 200 MWh/h, og situasjonen kan bli mer utfordrende enn vinteren 2009/2010. Ettersom importen typisk vil variere en del over døgnet og gjennom sesongen, er det da grunn til å forvente N-1/2 drift deler av vinteren. Sannsynligheten for at det skal komme en spesielt tørr og kald vinter samtidig som magasinfyllingen ved inngangen til vinteren er 60 prosent eller lavere, er imidlertid liten og anslås til under en halv prosent per år dersom observasjoner for de siste 18 år er representative for framtidige magasinfyllingsnivåer. I løpet av en tiårsperiode er det da under fem prosent sannsynlighet for at dette vil inntreffe ett av disse årene. Samtidig er det verdt å påpeke at magasinfyllingen ved inngangen til vinteren kan være betydelig lavere enn 60 prosent. Høsten 2002 var den helt ned i ned i 42 prosent. Med så lave nivåer vil selv normalt vintervær kunne gi en utfordrende energisituasjon. Utvalget anser likevel med utgangspunkt i analysen over at forsyningssituasjonen vil være akseptabel gitt at de grunnleggende forutsetningene

omkring produksjonskapasitet, forbruk og nettforhold slår til (*Basis* scenariet). BKK-området som eget prisområde vil bidra til økt magasinfylling ved inngangen til vintersesongen.

#### Sensitivitetsanalyser

Det er som tidligere nevnt usikkerhet i prognosene, både når det gjelder forbruksvekst og produksjonskapasitet. Vi har derfor undersøkt effekten av å anta enten høyere forbruk (*Høy vekst* scenariet) eller lavere produksjonskapasitet (*Halv EVM* scenariet), se Tabell 1. Virkningen av høy årlig vekst og en eventuell utsettelse av full drift på EVM vil ha størst konsekvenser sent i perioden.

Figur 5 viser gjennomsnittlig importbehov i BKK-snittet i ulike scenarier for vinteren 2019/2020, ved normal initial magasinfylling. Etter hvert som vi beveger oss mot høyre i Figur 5 er det avtakende sannsynlighet for at scenarioet skal inntreffe.



Vi ser at energisituasjonen blir vanskeligere dersom vi får en vedvarende høy årlig forbruksvekst (3 % per år) helt til 2020. Sannsynligheten for dette anses imidlertid å være relativt liten. Halv drift ved EVM gjør også energisituasjonen vanskeligere. Selv om forbruksveksten blir vesentlig høyere enn ventet, eller oppstart av den andre turbinen ved EVM skulle bli forsinket, vil imidlertid energisituasjonen være akseptabel ved normal temperatur og gjennomsnittlig magasinifylling ved inngangen til vinteren.

Dersom flere ugunstige forhold inntreffer samtidig kan forsynings situasjonen bli spesielt vanskelig. Dersom kraftbruket vokser raskere enn ventet eller EVM ikke kommer i full drift, kan tørre og kalde vintre gi opphav til utfordrende energisituasjoner, selv med normal magasinifylling ved inngangen til vinteren. Det samme gjelder dersom Modalen-Mongstad-Kollsnes skulle bli forsinket. Hvis det i tillegg er lite vann i magasinene når vinteren begynner, kan energisituasjonen bli mer utfordrende enn vinteren 2009/2010. Det vil i så fall være behov for utstrakt bruk av N-1/2 drift om dagens inndeling i anmeldelsesområder opprettholdes. Hvis både full drift ved EVM og Modalen-Mongstad-Kollsnes forsinkes, vil forsynings sikkerheten i BKK-området etter utvalgets vurdering være utilfredsstillende, om det ikke settes i verk tiltak for å forsterke kapasiteten i det eksisterende nettet (se neste kapittel).

#### *Hva blir konsekvensene av energiknapphet?*

Ved energiknapphet må N-1 kriteriet brytes over lengre perioder for få økt tilgang på energi til området. Nettet vil da driftes etter N-1/2 kriteriet, som betyr at en forhåndsdefinert del av forbruket mister strømmen *dersom* det skjer en kritisk feil i nettet. Jo lengre perioder med N-1/2 drift, jo større er sannsynligheten for utkobling. Basert på Statnetts feilstatistikk kan en forvente at dersom en har N-1/2 drift gjennom hele vintersesongen (4 måneder) er det 40 % sannsynlighet for at deler av området blir koblet ut en gang i løpet av sesongen. Varigheten av en feil i nettet er i de aller fleste tilfeller inntil noen få timer. Hvis feilen er langvarig og det ikke er tilgjengelig effektkapasitet i området, vil det være rullerende utkobling av forbrukere til feilen er rettet. Varigheten av dette kan i verste fall være mange dager eller uker.

#### 7 TILTAK

I påvente av en eventuell sjøkabel eller annen alternativ løsning for BKK-området, kan forsynings sikkerheten forbedres gjennom ulike tiltak. Her vil vi fokusere på to av disse:

#### *BKK-området som eget prisområde*

Gitt at BKK Produksjon ikke utnytter sin markeds makt i betydelig grad, vil et eget prisområde for BKK-området sende riktige prissignaler til kraftprodusenter og forbrukere.<sup>11</sup> Dette vil stimulere til samfunnsøkonomisk bedre disponering av vannet i magasinene gitt dagens nettkapasitet, spesielt mellom høst- og vintersesongen, og til økt energieffektivisering og energisparing hos forbrukerne (se også diskusjon i Bye et al., 2010). Importkapasiteten vil bli utnyttet optimalt hele døgnet i vanskelige energisituasjoner.

Avanserte målesystemer (AMS), som blant annet måler timesforbruket, gjør at forbrukerne i større grad reagerer på prisvariasjoner. NVE har besluttet at fra 2018 skal samtlige kunder ha AMS. Utvalget anbefaler at BKK-området blir eget prisområde så snart som mulig, og at en framskyn det frist for installasjon av AMS i BKK-området vurderes.

For å undersøke effekten av BKK-området som eget prisområde nærmere har vi blant annet fått utført beregninger på Statnetts Samlast-model (Statnett, 2010b)<sup>12</sup>. Prisene i BKK-området skiller seg ikke mye fra prisene i resten av Sør-Norge når vi ser på gjennomsnittsprisene i vintersesongen. Den lave forskjellen i pris skyldes to forhold. For det første vil BKK-området i vintre med normale tilsig og temperaturer, og forventet produksjon ved EVM, være bra forsynt med kraft. Importbehovet vil bli dekket uten at det oppstår nevneverdige flaskehals i BKK-snittet. For det andre undervurderer Samlast ifølge Statnett systematisk prisvariasjoner.<sup>13</sup> I vintre med hard belastning kan prisforskjellene bli større.

#### *Forsterkninger av nettet*

En Static Var Compensator (SVC-anlegg) regulerer spenningen i kraftsystemet og vil kunne løse dagens spenningsproblemer i BKK-snittet. Med et slikt anlegg kan den kortvarige N-1 grensen øke med om lag 120 MW. Dette vil kunne gi en klar forbedring av energisituasjonen. Hvis det kombineres med en forsert ombygging av ledningen

<sup>11</sup> Foruten at misbruk av markeds makt er forbudt, kan blant annet risiko for redusert omdømme bety at det heller ikke er spesielt lønnsomt fra en økonomisk synsvinkel. Dersom utnyttelse av markeds makt skulle bli et problem, eksisterer det virkemidler for å motvirke dette. Problem med utnyttelse av markeds makt vil dessuten også være tilstede i dagens situasjon hvor Statnett i stor grad benytter spesialreguleringer.

<sup>12</sup> I utvalgets rapport er det også presentert beregninger av kraftpriser i en maksimallasttime med og uten nytt prisområde. Beregningen er utført av Endre Bjørndal ved bruk av en modell basert på Bjørndal (2000).

<sup>13</sup> Dette henger blant annet sammen med at modellforenklinger gjør modellen mer fleksibel enn det systemet i virkeligheten er. På den annen side kan det hevdes at priselastisiteten i Samlast er lav når vi fokuserer på energisituasjonen gjennom en utfordrende vintersesong.

Mauranger-Samnanger, vil både effekt- og energisituasjonen forbedres ytterligere ved at flaskehalsen i BKK-snippet flyttes utover, noe som gjør at flere vannmagasiner kommer innenfor snippet. Sammenlignet med dagens situasjon vil effektbalansen etter utvalgets skjønsmessige vurdering kunne bedres med ca 300 MW, og energibalansen med mer enn 1 000 GWh på årsbasis.

Kostnadene ved et SVC-anlegg anslås til rundt 150 millioner kroner, mens en forsering av planlagt ombygging av Mauranger-Samnanger antas å ha en merkostnad på mellom 50 og 150 millioner kroner i tillegg til redusert vannverdi under ombyggingen. Et SVC-anlegg kan realiseres relativt raskt, men har ingen nytte når Sima-Samnanger er på plass, siden det da ikke vil være spenningsproblemer i nettet. Ombygging av Mauranger-Samnanger antas å ta flere år. Nyten av denne ombyggingen er størst i tiden fram til linjen Modalen-Mongstad-Kollsnes er i drift, men den vil også ha gunstige effekter for BKK-området etter dette. Utvalget anbefaler at Statnett vurderer disse tiltakene.

#### Andre vurderte tiltak

Utvalget anbefaler dessuten at det vurderes i) muligheter for flere utstedere av effekt- og energiopsjoner med forbruk, ii) forsert utbygging av fjernvarme, iii) konsortier som til sammen kan levere bud på 25 MW i RK-markedet, iv) mindre restriktiv praksis for tilknytning av ny produksjon, og v) kompensasjon for uteblitt levering av kraft.

Utvalget anbefaler ikke restriksjoner på bruk av elektrisitet i Nordsjøen, investering i reservekraft eller minimumskrav til magasinifylling.

#### 8 KONKLUSJON

Forsyningssituasjonen avhenger av utviklingen i forbruk og produksjonskapasitet og svingninger i vintertemperatur og nedbør. Jo større produksjonskapasitet innenfor BKK-området, jo bedre er forsyningssituasjonen. Det er forventet betydelige økninger i produksjonskapasiteten innenfor BKK-området, både som følge av en ny kraftlinje Modalen-Mongstad-Kollsnes og som følge av økt produksjon på Energiverk Mongstad (EVM).

Dersom Modalen-Mongstad-Kollsnes er på plass innen 2016 og EVM er i full drift fra 2015, vil forsyningssikkerheten i BKK-området med stor sannsynlighet være tilfredsstillende det neste tiåret selv om Sima-Samnanger ikke er på plass. Det kan imidlertid ikke utelukkes utfordrende forsyningssituasjoner, for eksempel som følge av

lav magasinifylling ved inngangen til en tørr og kald vinter, og utvalget anbefaler derfor at BKK-området etableres som eget prisområde så snart som mulig. Brudd på en av de to forutsetningene vil øke sannsynligheten for en krevende effekt- og energisituasjon, spesielt om det ikke settes i verk flere av de tiltakene som utvalget foreslår. Hvis både full drift ved EVM og Modalen-Mongstad-Kollsnes forsinkes, vil forsyningssikkerheten i BKK-området etter utvalgets vurdering være utilfredsstillende, om det ikke settes i verk tiltak for å forsterke kapasiteten på de eksisterende ledningene i sentralnettet. Slike tiltak vil medføre en ekstra kostnad ved valg av sjøkabel fremfor luftspenn, men kan sikre en akseptabel forsyningssikkerhet i ventetiden.

Usikkerheten omkring utbyggingen av linjen Modalen-Mongstad-Kollsnes og økt produksjon på EVM har ingen betydning for vurderingen av forsyningssikkerheten fram til og med 2014, da den forventete økte krafttilgangen fra disse prosjektene uansett ikke vil komme før 2015.

Det er svært lav sannsynlighet for at forsyningssituasjonen vil bli vanskelig før 2015. Realisering av sjøkabeløsning vil imidlertid ta tid, og det kan være nødvendig å starte prosessen ganske raskt om en ønsker å sikre at en sjøkabelforbindelse er klar innen 2020. Bygging av luftledningen går forholdsvis raskt (1–2 år). Dersom luftspenn er foretrukket fremfor sjøkabel, er det en positiv opsjonsverdi ved å vente med utbyggingen.

#### REFERANSER:

Bjørndal, M. (2000): *Topics on electricity transmission pricing*, SNF Report No 8/00, SNF, 2000.

Bye, T., M. Bjørndal, G. Doorman, G. Kjølle og C. Riis (2010): *Flere og riktigere priser – Et mer effektivt kraftsystem*, 2010. [http://www.regjeringen.no/upload/OED/Rapporter/2010\\_1130\\_Flere\\_og\\_riktigere\\_priser\\_Et\\_mer\\_effektivt\\_kraftsystem.pdf](http://www.regjeringen.no/upload/OED/Rapporter/2010_1130_Flere_og_riktigere_priser_Et_mer_effektivt_kraftsystem.pdf)

Drange, H. (2011): *Kort vurdering av dagens og framtidig vintervær, med fokus på kuldeperioder, for Bergensregionen, vedlegg 2 til Sjøkabelutredningen, Utvalg III (2011).*

Halvorsen, B. (2011a): *Hva driver utviklingen i elektrisitetsforbruket i alminnelig forsyning?*, vedlegg 3 til Sjøkabelutredningen, Utvalg III (2011).

Halvorsen, B. (2011b): Prisfølsomheten i elektrisitetsetter-spørselen og dens betydning for strømmarkedet, vedlegg 4 til Sjøkabelutredningen, Utvalg III (2011).

Hope, E. (2010): Statnett mot Hardanger, Samfunnsøkonomen, Nr. 4, 37–40.

Sjøkabelutredningen, Utvalg III (2011): Konsekvenser av at man trenger lenger tid på en ny overføringsforbindelse til Bergensområdet (BKK-området). [http://www.regjeringen.no/pages/15604222/Utvalg\\_III.pdf](http://www.regjeringen.no/pages/15604222/Utvalg_III.pdf)

Statnett (2004): Vurdering av strømforsyningen til BKK-området, Fellesutredning BKK og Statnett, 2004.

Statnett (2010a): Oppdatert vurdering av forsyningssikkerheten inn mot Bergensområdet vinteren 2009–2010, Statnett SF, 2010.

Statnett (2010b): Håndbok for Samlast, Del 1, Beskrivelse av Samlastmodellen, Versjon 2010, Statnett SF, 2010

Strøm, S og I. Rasmussen (2010): Ny kraftledning over Hardangerfjorden: En samfunnsøkonomisk optimal løsning?, Samfunnsøkonomen, Nr. 2, 20–27.

Tjøtta, S. (2010): Grønn tragedie i Hardanger, Samfunnsøkonomen, Nr. 6, 20–23.

# FLYTTTEPLANER?

*Vi vet ikke om våre abonnenter flytter mer enn andre, men det virker slik. Hver måned får vi tidsskrifter i retur fordi adressaten har flyttet.*

*Spar oss for ekstra porto og deg selv for forsinkelser:*

## MELD FLYTTING!

Telefon: 22 31 79 90

E-post: [sekretariatet@samfunnsokonomene.no](mailto:sekretariatet@samfunnsokonomene.no)

[www.samfunnsokonomene.no](http://www.samfunnsokonomene.no)



Samfunnsøkonomene takker alle som har sendt inn sin e-post adresse!

Er du usikker på om vi har din e-postadresse?

Kontakt oss på: [sekreteriatet@samfunnsokonomene.no](mailto:sekreteriatet@samfunnsokonomene.no)