

Økt kapasitet på Hamang – Bærum – Smestad Samfunnsøkonomisk analyse



Forord

I 2011-2013 gjennomførte Statnett en konseptvalgutredning for ny sentralnettløsning i Oslo og Akershus (Nettplan Stor-Oslo). Utgangspunktet for utredningen var at transmisjonsnett, tidligere sentralnett, i og rundt Oslo er gammelt og må fornyes og forsterkes for å møte fremtidens forbruk av strøm. Utredningen så på hvordan kraftnettet i regionen kan utvikles for å sikre strømforsyningen til Oslo og Akershus frem mot 2050. Ledningen fra Hamang via Bærum til Smestad er en del av nettet som inngikk i analysen og konseptvalgutredningen (KVU) gir derfor føringer for denne analysen.

I KVUen fra 2013 ble analyseområdet definert til Oslo og Akershus. I senere tid har vi sett at relevant analyse- og forbruksområde burde være større. I denne analysen er derfor Østfold også inkludert, da forbruk i dette området påvirker flyt og viktigheten av kapasitet i transmisjonsnett i Oslo og Akershus.

Konseptet som Statnett valgte i KVUen var å øke kapasiteten i transmisjonsnett gjennom spenningsoppgradering til 420 kV. Spenningsoppgradering vil gi et stort kapasitetsløft i forsyningen av Stor-Oslo, samtidig som det er mulig å frigjøre areal til andre formål enn strømforsyning når eksisterende anlegg saneres. For å kunne øke spenningen til 420 kV i hele Stor-Oslo, er det nødvendig å bygge om dagens 300 kV stasjoner og ledninger til 420 kV.

I sin prosessledende uttalelse om behovet og konseptvalget, støttet OED Statnetts konseptvalg (Olje- og energidepartementet 2014). OED la vekt på at en stor fordel med det valgte konseptet er at det er fleksibelt. Dermed kan utbyggingstakt, omfang og rekkefølge endres i takt med behovsutviklingen. Denne fleksibiliteten er av stor verdi fordi usikkerheten i fremtidig effektbehov er stor. Konseptvalget omfatter ikke detaljerte trasévalg eller stasjonsløsninger.

I denne analysen finner vi at det er lønnsomt å øke kapasiteten mellom Hamang og Bærum for å heve overføringsgrensene i transmisjonsnett. Transmisjonsnett kan da forsyne forventet fremtidig forbruk. Vi mener også det er lønnsomt med tiltak mellom Bærum og Smestad.

Sammendrag

Stor-Oslo er et område preget av kraftunderskudd. Transmisjonsnettets må være sterkt og ha kapasitet til å forsyne forbruket når det er på sitt høyeste. En stor andel av strømforbruket i Stor-Oslo går til oppvarming. Vi forventer derfor at timen med høyest overføringsbehov kommer en kald vinterdag. Høyeste målte forbruk er fra 2016 og er på 5 470 MW.

Økt fremtidig forbruk vil gi problemer med strømforsyningen i Stor-Oslo rundt 2030

Vi forventer økt befolkningsvekst i Stor-Oslo. Til tross for at bedre byggkvalitet, effekttariffer og mer energieffektive apparater trekker forbruket av strøm ned, vil f.eks. flere elbiler trekke forbruket opp. I sum forventer vi at maksforbruket vil øke med 0,5 – 1 prosent per år. Totalt kan dagens transmisjonsnett forsyne et forbruk på 5 700 MW i Stor-Oslo. Med forbruksveksten vi har lagt til grunn, vil det allerede rundt 2030 ikke være nok kapasitet i transmisjonsnettets, til å tåle en feil uten at det blir mørkt. Det eksakte tidspunktet er imidlertid usikkert og i stor grad styrt av vekstraten i forbruket.

Statnett må sørge for at transmisjonsnettets ikke belastes mer enn det tåler. Hvis vi ikke øker kapasiteten i transmisjonsnettets må vi gjøre tiltak i driften for å fortsatt ha kontroll. Slike tiltak innebærer utkobling av kunder på fleksibelt forbruk og endring av måten vi drifter nettet. I tillegg kan forbruket bli så høyt at transmisjonsnettets på et tidspunkt ikke klarer å forsyne alt forbruk med intakt nett. Vi må da bruke tvangsmessig utkobling av forbruk. Dette vil medføre store kostnader grunnet ikke-levert energi, fra 5 MNOK på begynnelsen av 2020-tallet til over 700 MNOK nærmere 2040. Samlet kostnad i nåverdi er beregnet til om lag 810 MNOK.

Vi har vurdert lønnsomheten av ny luftledning i eksisterende trase og ny kabel i grøft og tunnel

Ledningen mellom Hamang-Bærum-Smestad er fra 1950-tallet og tilstanden tilsier at den bør skiftes ut før 2040. Både ny luftledning og kabel gir nok kapasitet til å forsyne forbruket vi forventer i analyseperioden. I tillegg til disse to mulighetene har vi vurdert følgende. i) Bytte av liner til noen med høyere kapasitet. Dette vil ha kort levetid og er derfor forkastet. ii) Ledning i ny trase. Også forkastet da vi ikke kan se at nytten ved å frigjøre eksisterende trase kan veie opp for ulempene ved å beslaglegge nytt areal. iii) Tiltak på forbruk- og produksjonssiden kan utsette tidspunktet får når vi må ha tiltak på plass. Det kan imidlertid trolig ikke erstatte transmisjonsnett på sikt og er derfor forkastet.

Det er samfunnsøkonomisk lønnsomt å øke kapasiteten på Hamang – Bærum – Smestad

Det er rasjonelt å øke kapasiteten mellom Hamang og Bærum for å unngå kostnader forbundet med ikke-levert energi. Ny luftledning i eksisterende trase har ulemper for areal- og miljø, sammenlignet med å legge ledningen under bakken. Kabel koster imidlertid 250 MNOK mer i nåverdi. Vi vurderer at lønnsomheten av luftledning er høyest, bortsett fra det første stykket ut fra Hamang stasjon. Usikkerheten i verdien av areal- og miljøfordelene som følger av kabel er imidlertid stor, og vi kan ikke utelukke at det er samfunnsøkonomisk rasjonelt å kable hele strekningen fra Hamang til Bærum.

På Bærum – Smestad tilsier de prissatte virkningene isolert sett at vi kan vente med ny ledning til reinvesteringstidspunktet. Ekstrakostnaden ved å bygge nå er rundt 60 MNOK. Ny ledning har en positiv, men begrenset, virkning for forsyningssikkerheten under vedlikehold som ikke er prissatt. I tillegg trekker usikkerhet i forutsetningene i retning av høyere lønnsomhet enn beregnet. Vi ønsker å ha en samlet myndighetsprosess. I tillegg vil en utsettelse kunne påvirke gjennomføring av andre prosjekter i Nettplan Stor-Oslo. Mellom Bærum og Smestad vil det også være areal- og miljømessige fordeler ved å kable, men merkostnaden er 550 MNOK i nåverdi. Vi mener det er lønnsomt å kable det siste stykket inn til Smestad stasjon, mens det på resten av strekningen er mer usikkert. Denne usikkerheten er så stor at luftledning er rangert først.

Innholdsfortegnelse

	Forord	i
	Sammendrag	ii
	Innholdsfortegnelse	iii
1	Statnett må vurdere om tiltaket er samfunnsmessig rasjonelt	1
2	Økt effektbehov gjør at vi må øke kapasiteten i transmisjonsnettet	2
2.1	Stor-Oslo er et kraftunderskuddsområde med mye alminnelig forbruk	2
2.2	Dagens transmisjonsnett kan forsyne 5 700 MW	3
2.3	Vi forventer å reinvestere i ledningene før 2040	3
2.4	Vi forventer økt forbruk av strøm fremover	3
2.5	Økt forbruk gir store kostnader til ikke-levert energi	4
2.6	Fjerning av luftledningene kan utløse tilleggsgevinster	5
2.7	Forsyningssikkerhet er viktigste driver for økt kapasitet	6
3	Vi går videre med luftledning og kabel i eksisterende trase	7
3.1	Nullalternativet innebærer reinvestering i ca. 2040	7
3.2	Vi vurderer løsninger for både Hamang – Bærum og Bærum – Smestad	8
3.3	Både kabel og luftledning gir tilstrekkelig kapasitet til å møte behovet	8
3.4	Vi har forkastet andre traseer og kabel i tunnel hele veien	11
4	Økt kapasitet på Hamang – Bærum – Smestad er samfunnsøkonomisk lønnsomt	13
4.1	Luftledning er billigste løsning	14
4.2	Ikke-prissatte virkninger trekker i retning at det kan være lønnsomt å bygge kabel	17
4.3	Forbruksvekst er den største usikkerhetsdriveren	19
4.4	Vi har ikke funnet realopsjoner av verdi	22
4.5	Det er lønnsomt å øke kapasiteten på Hamang – Bærum – Smestad	23
	Bibliografi	25
	Vedlegg I	26
	Vedlegg II	27
	Vedlegg III	31

1 Statnett må vurdere om tiltaket er samfunnsmessig rasjonelt

I henhold til energiloven og Statnetts vedtekter, skal utviklingen av strømnettet være samfunnsmessig rasjonell. Det innebærer at når Statnett tar beslutninger, må vi vurdere og sannsynliggjøre at den samfunnsmessige nytten er større enn den samfunnsmessige kostnaden. Statnett utfører derfor samfunnsøkonomiske analyser og benytter samfunnsøkonomisk lønnsomhet for å vurdere om nettiltak er samfunnsmessig rasjonelle.

Den samfunnsøkonomiske analysen begynner med en behovsanalyse som skal si noe om hvorfor vi må gjøre tiltak. I praksis betyr dette at vi beskriver hva som skjer i fravær av tiltak. Dette blir brukt som nullalternativet videre i analysen, altså en videreføring av dagens situasjon. Deretter beskriver mulighetsstudien hvilke løsninger vi har for å løse problemet som er beskrevet i behovsanalysen. De mest aktuelle løsningene, skiftalternativene, blir til slutt vurdert i alternativanalysen. Der synliggjør vi både prissatte (investeringskostnader, avbruddskostnader o.l.) og ikke-prissatte (areal og miljø) konsekvenser av skiftalternativene, sammenlignet med konsekvensene i nullalternativene. Deretter ser vi på hvordan usikkerhet i de ulike virkningene kan påvirke lønnsomheten av å gjøre tiltak. Til slutt gjør vi en samlet vurdering av hvilket alternativ som gir høyest samfunnsøkonomisk lønnsomhet.

I Statnett bruker vi vanligvis en analyseperiode på 40 år, fra og med tidspunkt for idriftsettelse av tiltaket. Dette er i tråd med finansdepartementets anbefaling (Finansdepartementet 2014). I denne analysen har vi forutsatt at vi må reinvestere i dagens ledningsanlegg rundt 2040 og antar at vi øker kapasiteten på dette tidspunktet. Etter dette vil virkningene være like i både nullalternativet og skiftalternativene. Når vi omtaler analyseperioden i dokumentet videre, mener vi da perioden frem til 2040, selv om den reelt sett er lenger.

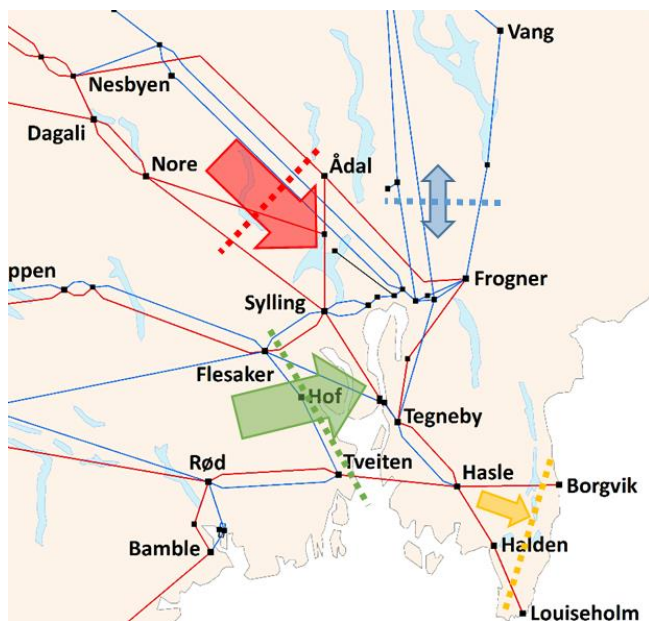
2 Økt effektbehov gjør at vi må øke kapasiteten i transmisjonsnett

Transmisjonsnettets forsyner en stor andel av strømforbruket i Stor-Oslo. Fordi transmisjonsnettets må overføre tilstrekkelig mengde kraft når forbruket er på sitt høyeste, er effekten (MW) viktigere enn energi (MWh) i planleggingen og dimensjoneringen av kraftnettets. Kapasiteten i nettet nærmer seg allerede nå full utnyttelse i perioder på vinteren. Vi forventer at forbruket vil øke i årene fremover. Fra midten av 2020-tallet vil vi i en kald vinter møte grensen for hvor mye strøm vi klarer å overføre med en komponent i nettet ute¹. Fra midten av 2030-tallet vil vi ikke kunne forsyne forbruket selv ved intakt nett. Dette vil gi store konsekvenser for samfunnet i form av kostnader til ikke-levert energi.

2.1 Stor-Oslo er et kraftunderskuddsområde med mye alminnelig forbruk

Analyseområdet Stor-Oslo omfatter fylkene Oslo, Akershus og Østfold. Det er illustrert innenfor de stiplede linjene i Figur 1 under.

Det årlige strømforbruket har de siste årene vært 22 – 24 TWh (22 – 24 milliarder kWh). Dette er rundt 15 prosent av Norges totale forbruk av elektrisk kraft. Maksimalt forbruk har variert mellom 4 500 og 5 500 MW. Produksjonen derimot har variert mellom 6 og 7 TWh per år, under 5 prosent av Norges elektrisitetsproduksjon. I periodene med høyest forbruk har effekten fra produksjon vært mellom 350 og 700 MW. Stor-Oslo er dermed et område med produksjonsunderskudd og behov for å få overført store mengder strøm fra omkringliggende områder.



Figur 1: Transmisjonsnettets i og rundt Stor-Oslo. Retning og tykkelse på pilene indikerer flyt og mengde kraft som utveksles mellom de ulike områdene.

Transmisjonsnettets som forsyner Stor-Oslo med strøm består av flere ledninger inn til området. Dette nettet kan deles inn i fire korridorer, ofte omtalt som snitt. Dette er Flesakersnittet (grønt), Hallingdalsnittet (rødt), Haslesnittet (gult) og korridoren mot Hedmark og Oppland (blått). Flere ledninger innenfor Stor-Oslo knytter korridorene sammen med totalt 14 transformatorstasjoner som forsyner forbruk i Oslo, Akershus og Østfold. Nettets gir også mulighet for utveksling av strøm til Sverige over Haslesnittet. I periodene med høyest forbruk går kraftflyten fra vest mot øst, og strømforsyningen kommer i hovedsak fra Flesaker- og Hallingdalsnittet. Dette, samt mengden kraft fra de ulike områdene, er illustrert med pilene i Figur 1. Transmisjonsnettets har historisk forsynt 90 % av forbruket i periodene med høyest forbruk.

Nettet må klare å overføre tilstrekkelig mengde kraft selv i de timene når overføringsbehovet er på sitt høyeste. Dette vil typisk inntreffe når forbruket er høyt, men tilgjengeligheten av lokal produksjon har

¹ Statnett er systemansvarlig (drifter kraftsystemet), og må ha kontroll selv om det skulle oppstå en feil, uten at noen mister strømmen

også betydning for hvor høy effektflyten inn mot området blir. Konsekvensen av dette er at effekten (MW) er viktigere enn energi (MWh) i planleggingen og dimensjoneringen av kraftnettet.

Alminnelig forbruk² er største kundegruppe i analyseområdet. Dermed brukes en stor andel av strømmen til oppvarming av bygninger. Forbruket er derfor følsomt for endringer i temperaturen, og det viser seg at den timen i året hvor forbruket er høyest (heretter omtalt som makslast) inntreffer en periode hvor det har vært kaldt i flere dager. I tillegg viser historikken at forbruket er høyest om morgenen og på ettermiddagene, og lavest om natten. Det høyeste forbruket som er målt hittil er fra januar 2016 og var på 5 470 MW. Varigheten på det høyeste forbruket er imidlertid kort, i 2016 var det forbruk over 5 200 MW under 100 timer (1% av tiden) i løpet av året. Gjennomsnittlig varighet på disse periodene var i underkant av 10 timer.

2.2 Dagens transmisjonsnett kan forsyne 5 700 MW

Som systemansvarlig må Statnett ha kontroll i driften, slik at ingen mister strømmen, selv om det skulle oppstå en feil i transmisjonsnettet (N-1 forsyningsikkerhet). Et viktig virkemiddel er å sette kapasitetsgrenser, som tar høyde for hvor mye belastning de enkelte komponentene kan belastes hvis vi har feil andre steder i nettet. Disse grensene kaller vi overføringsgrenser.

Når vi legger til grunn at flyten går fra vest mot øst i makslastperioden, kan transmisjonsnettet overføre maksimalt 5 300 MW inn til Stor-Oslo. Siden vi har noe lokal produksjon (400 MW) tilknyttet regional- og distribusjonsnettet, betyr det at hele kraftsystemet kan forsyne 5 700 MW forbruk i Stor-Oslo. Ledningen mellom Hamang og Bærum tåler om lag 1 000 MW, og ved feil på en kritisk ledning når forbruket er over 5 700 MW, vil den blir overbelastet. Vi sier derfor at det er Hamang – Bærum som er begrensende for overføring av strøm i Stor-Oslo.

2.3 Vi forventer å reinvestere i ledningene før 2040

Statnett gjennomfører omfattende investeringer for å opprettholde sikker strømforsyning. Flere av anleggene i Stor-Oslo har en tilstand som gjør at vi må fornye disse.

Dagens ledninger mellom Hamang, Bærum og Smestad ble satt i drift i 1952, men oppgradert i 1965. Fundamenter og master er dermed snart 70 år gamle, mens andre komponenter over 50 år. Det ble gjennomført en tilstandskontroll av Hamang – Bærum og Bærum - Smestad i 2017. Da ble faseliner, master og fundamenter kontrollert. Den viser at ledningene har akseptabel teknisk tilstand. Vi forventer derfor at ledningene kan opprettholde tilfredsstillende driftssikker stand med normalt vedlikehold, i 15-20 år til hvis dagens driftsforhold videreføres. Basert på dette og en forventet teknisk levetid for ledningsanlegg fra denne tidsperioden på rundt 80 år, legger vi til grunn reinvestering rundt 2040. Usikkerhet i denne forutsetningen er diskutert i kapittel 4.3. For Hamang – Bærum er denne reinvesteringen estimert til om lag 110 MNOK forutsatt luftledning i samme trase som i dag. Kostnaden for å bygge ny luftledning mellom Bærum og Smestad er estimert til rundt 170 MNOK.

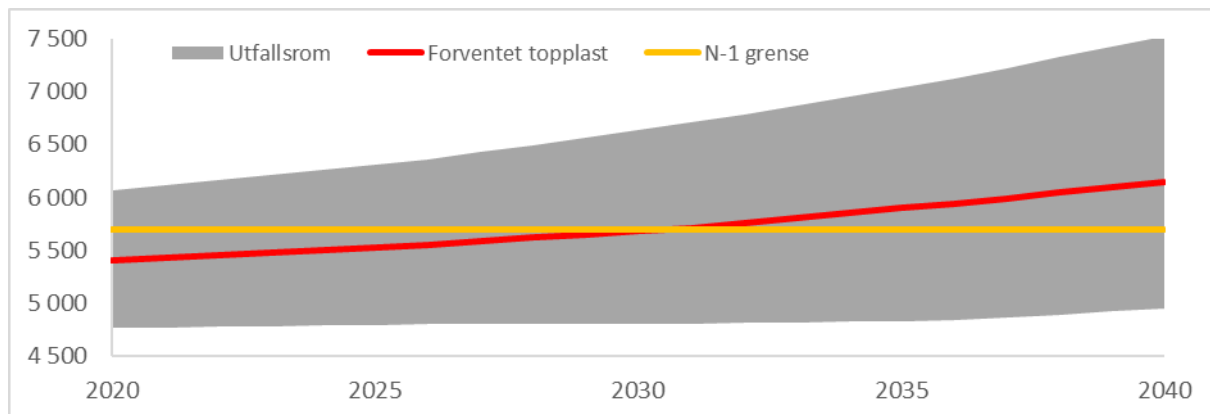
2.4 Vi forventer økt forbruk av strøm fremover

Befolkningsvekst har vært den viktigste driveren for økt strømforbruk i Stor-Oslo. I våre forbruksprognoser har vi sett på flere scenarier som gir ulikt forbruk i makslast. Forutsetningene som ligger til grunn for forbruksprognosene finnes i Vedlegg I. Forbruket av strøm i makslast avhenger av størrelsen på den underliggende veksten, samt vintertemperatur. Den røde linjen i Figur 2 viser hvilken makslast vi forventer³. Vintre med normal temperatur er vektet 50 prosent, mens kalde og milde vintre

² Alminnelig forbruk består av husholdninger, offentlig forvaltning og privat næringsliv utenom industri

³ I hovedprognosen for forbruk, se vedlegg I for detaljer

er vektet 25 prosent hver⁴. Utfallsrommet er om lag ti prosent høyere og lavere enn forventning. Toppen av utfallsrommet viser en kald vinter med høy underliggende vekst, mens bunnen viser en mild vinter med lav underliggende vekst.



Figur 2: Forventet forbruksvekst (MW) i Stor-Oslo med utfallsrom. Vi forventer å møte dagens overføringsgrenser rundt 2030, men tidligere hvis det blir en kald vinter.

Vi forventer ikke ny lokal produksjon som kan forsyne noe av det økte forbruket. I sin regionale kraftsystemutredning vurderer Hafslund Nett at det vil være om lag 400 MW produksjon i makslastperiodene fremover (Hafslund Nett AS 2018). Vi støtter oss på Hafslunds vurdering av dette videre i analysen. Vi forutsetter også at det ikke er tilgjengelig import fra Sverige (SE3) de kaldeste dagene. Dette henger sammen med at det ofte er kaldt i SE3 når det er kaldt på Østlandet. Da er forbruket i Sverige så høyt at de ikke har noe kraftoverskudd å eksportere til Norge.

For å si noe om hvor ofte vi forventer at deler av transmisjonsnettets er ute på grunn av feil har vi sett på feilhistorikk for ledningene som er viktige for strømforsyningen i Stor-Oslo. Det er 27 ledninger som inngår i analyseområdet, og disse har til sammen falt ut 76 ganger de siste 18 årene. Det skjer imidlertid få feil når kraftoverføringen er som størst. Under 15 prosent av feilene har skjedd mellom november og mars. Feilhistorikken inneholder også kun én observasjon av to ledninger som har utfall samtidig. Dette var på ledninger som går i samme trase.

Vi har ikke undersøkt nøyaktig varighet på disse feilene i Stor-Oslo spesifikt. Vi har imidlertid statistikk på varighet på 1 300 feil som har inntruffet i hele regional- og transmisjonsnettets. Basert på dette mener vi varige feil gir avbrudd i 24 timer, mens forbigående feil vil gi avbrudd i om lag en time. Varig feil krever reparasjon eller justering før enheten er driftsklar. Forbigående feil er hvor dette ikke er nødvendig.

2.5 Økt forbruk gir store kostnader til ikke-levert energi

I utgangspunktet skal Statnett bruke regulerkraftmarkedet for å overholde overføringsgrensene. I Stor-Oslo har vi imidlertid ingen produksjon å regulere opp når forbruket er på sitt høyeste. Vi må derfor bruke virkemidler i driften for å overholde overføringsgrensene. Hvis det blir kaldt kan forbruket komme på nivå med overføringsgrensene allerede nå.

Det første tiltaket som vil bli iverksatt om kapasiteten i nettet er begrenset, er å koble ut kunder på tariffordningen fleksibelt forbruk. Vi antar at det er tilgjengelig 350 MW som kan kobles ut når forbruket

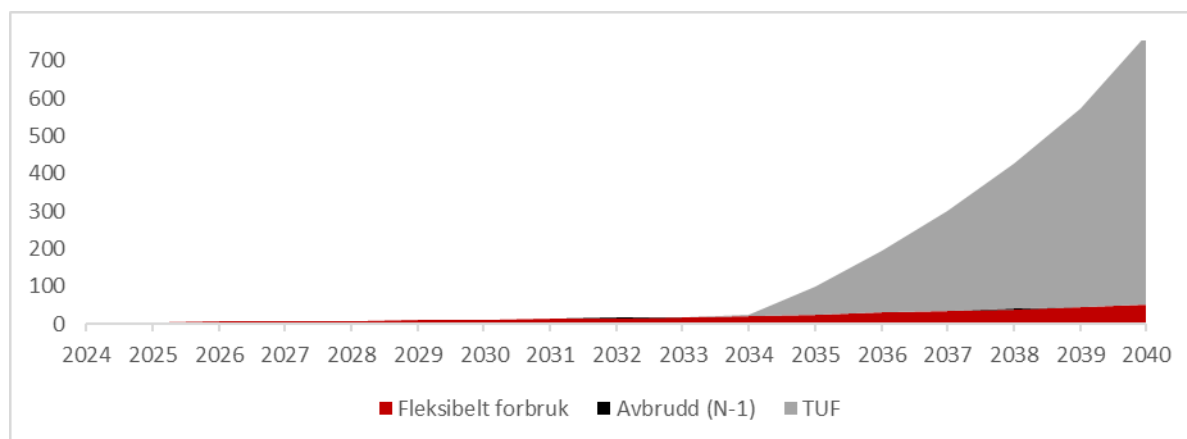
⁴ Vi definerer en vinter som kald når den kaldeste perioden har -18 grader i gjennomsnitt over tre døgn. Kaldeste periode en normal vinter har -11 grader i gjennomsnitt over 3 døgn, mens en mild vinter har -5 grader i gjennomsnitt over tre døgn.

overstiger 5 700 MW. Vi har beregnet kostnaden for å koble ut disse til om lag 190 MNOK gjennom analyseperioden.

Hvis forbruk overstiger 5700 MW etter at fleksibelt forbruk er koblet ut, må vi endre måten vi drifter transmisjonsnettets på for å ha kontroll. Vi vil da koble noe forbruk direkte opp mot overføringen på én kritisk ledning i transmisjonsnettets. Hvis denne ene ledningen faller ut, vil også noen hundre MW forbruk miste forsyningen umiddelbart. Det er imidlertid lav feilrate på ledningen, vi forventer feil som fører til utfall omtrent hvert sjette år for forbigående feil, og hvert 60. år for varige feil. I tillegg er det en veldig liten andel av året vi er eksponert for avbrudd. Nåverdien av kostnader for avbrudd som følge av feil er derfor rundt 5 MNOK i nåverdi. Dersom en feil som gir avbrudd i 24 timer inntreffer i når forbruket overstiger 5 700 MW, kan imidlertid avbruddskostnaden bli opp mot 1 mrd. kroner.

Hvis forbruket overstiger 6 100 MW etter fleksibelt forbruk er koblet ut, er det utfall av flere ledninger som vil gi overlast på Hamang – Bærum. Disse kan vi ikke håndtere ved å gjøre omkoblinger. Forbruk over 6 100 MW kan vi dermed ikke forsyne med intakt nett, og fortsatt ha kontroll i driften. Vi må derfor bruke tvangsmessig utkobling av forbruk. Vi forventer at vi kan komme i en slik situasjon rundt år 2035. Da sannsynligheten for utkobling er 100 prosent når forbruket er så høyt, blir også forventede kostnader til tvangsmessig utkobling høye. Vi har beregnet de til 620 MNOK.

Årlige kostnader er illustrert i Figur 3. Vi ser at de største kostnadene kommer nært reinvesteringstidspunktet. Nåverdien av disse er beregnet til om lag 810 MNOK gjennom analyseperioden. Forutsetningene som er lagt til grunn finnes i Vedlegg II.



Figur 3: Forventede årlige kostnader (MNOK) til ikke-levert energi gjennom analyseperioden

2.6 Fjerning av luftledningene kan utløse tilleggsgevinster

Dagens luftledninger går gjennom områder med tett bebyggelse, og beslaglegger en del areal da det er byggeforbud 20 meter på hver side av ledningene. Fjerning av luftledningen har en samfunnsøkonomisk verdi ved at det gir muligheten til å frigjøre areal for nye boliger, i tillegg til at det kan øke verdien av eksisterende bebyggelse.

Mellom Bærum og Hamang er det planer om nye boliger i Franzefoss- og Gjettumområdet. Dersom luftledningen fjernes, vil både utformingen av boligområdene kunne forbedres og antall nye boliger kunne øke. Fjerning av luftledningen kan også frigjøre areal på eiendommer langs traseen.

Videre langs dagens trase er det en visuell verdi av å fjerne luftledningen, både for friluftsliv, rekreasjon og eksisterende bebyggelse. En indikasjon på størrelsen av denne verdien kan være endring i

boligverdier ved fravær av synlige luftledninger. Det er om lag 2 720 boliger langs dagens trase, regnet 120 meter fra senterlinjen. Den største andelen av disse (rundt 2 000) ligger mellom Bærum og Smestad.

2.7 Forsyningsikkerhet er viktigste driver for økt kapasitet

Vi har identifisert forsyningsikkerhet som den viktigste driveren for å øke kapasiteten på Hamang – Bærum – Smestad. Vi forventer en forbruksvekst som i løpet av få år kan medføre at vi i perioder ikke kan drifte nettet i Stor-Oslo innenfor overføringsgrensene. Vi forventer at veksten vil fortsette slik at disse periodene blir flere og lengre hvert år, og etter hvert vil inntreffe også ved normale vintertemperaturer. Dette gjør at vi må drifte kraftsystemet i strid med gjeldende lover og forskrifter, som igjen vil gi store kostnader for samfunnet i form av ikke-levert energi. I tillegg nærmer ledningene seg teknisk levealder. Det betyr at det er behov for å reinvestere i ledningene på grunn av tilstand i løpet av 15-20 år, for å opprettholde sikker strømforsyning i Stor-Oslo.

3 Vi går videre med luftledning og kabel i eksisterende trase

Mulighetsstudien belyser valgmulighetene vi har for å løse problemene som beskrevet i behovsanalysen. Tidligere analyser har vist at økt kapasitet mellom Hamang og Bærum er det beste konseptet for å møte fremtidig forbruksvekst.⁵ Økt kapasitet på Bærum – Smestad øker forsynings sikkerheten ved to feil eller når det gjennomføres vedlikehold. I tillegg kan det være andre nytteeffekter ved å skifte ut dagens ledning mellom Bærum og Smestad hvis man først skal gjøre tiltak på Hamang – Bærum.

Denne mulighetsstudien ser derfor på mulige løsninger for å øke kapasiteten på Hamang – Bærum – Smestad. Tabell 1 oppsummerer løsningene vi har vurdert. Både luftledning og kabel gir nok kapasitet til å forsyne forbruket av strøm vi forventer i fremtiden. Høytemperaturliner vil ha nytteverdi en begrenset periode da master og fundamenter uansett må skiftes rundt 2040. Luftledning eller kabel i ny trase blir forkastet da vi ikke kan se at nytten ved å frigjøre eksisterende trase kan veie opp for ulempene ved å beslaglegge nytt areal. Alternativer til nett kan utsette tidspunktet vi må ha tiltak på plass, men trolig ikke erstatte transmisjonsnett i dette tilfellet. Vi tar derfor med oss både luftledning og kabel i eksisterende trase til alternativanalysen.

Tabell 1: Vurderte tiltak for Hamang – Bærum - Smestad

Mulighet	Løsning	Resultat
Nullalternativet	Reinvestere ved endt levetid	Tas med videre
Tiltak i transmisjonsnettet	Luftledning i eksisterende trase	Tas med videre
	Kabel i eksisterende trase	Tas med videre
	Høytemperaturline på eksisterende master	Forkastet
	Luftledning eller kabel i ny trase	Forkastet
Alternativer til nett	Redusere forbruk i makslast	Forkastet
	Øke tilgjengelighet av andre energibærere i makslast	Forkastet

3.1 Nullalternativet innebærer reinvestering i ca. 2040

Nullalternativet skal beskrive dagens situasjon og forventet utvikling i fravær av tiltak. Slik sett fungerer det som et nøytralt sammenligningsgrunnlag for utbyggingsalternativene. I vår analyse innebærer nullalternativet at nettanleggene beholder samme funksjon som de har i dag. Dermed blir dagens forbruksgrense på 5 700 MW i Oslo, Akershus og Østfold stående, til tilstanden gjør det nødvendig å gjøre tiltak.

Hamang – Bærum er 5 km lang, mens Bærum – Smestad er 7 km. Basert på tilstandsvurdering fra 2017, og en forventet teknisk levetid for luftledningsanlegg fra denne tidsperioden på 80 år, legger vi til grunn reinvestering av luftledningene i ca. 2040. Vi legger da luftledning i eksisterende trase til grunn. Vi finner det naturlig at vi øker den termiske kapasiteten på dette tidspunktet forutsatt at forbruksveksten blir som vi forventer. Hvis vi venter med å øke kapasiteten til vi må reinvestere på grunn av tilstand, vil det kunne bli nødvendig å ta i bruk tvangsmessig utkobling av forbruk. Dette vil i praksis være et brudd på

⁵ Andre aktuelle tiltak som løser samme problem er dyrere uten å gi høyere nytte.

tilknytningsplikten etter forskrift om produksjon, omforming, overføring, omsetning, fordeling og bruk av energi m.m. (heretter energilovforskriften). Vi har det likevel med i nullalternativet for å synliggjøre ulempene ved å ikke gjøre tiltak i tide.

Det er utfordringer med å holde spenningene innenfor de øvre og nedre grensene som vi drifter etter i transmisjonsnettene i Stor-Oslo. For å unngå høye spenninger i perioder med lav overføring i transmisjonsnettene, planlegger vi å sette inn en ny reaktor i Sogn stasjon. For å holde spenningene tilstrekkelig høye i perioder med høy overføring i transmisjonsnettene, planlegger vi å sette inn flere kondensatorbatterier. Disse nye kondensatorbatteriene er til dels nødvendig fordi andre gjennomførte og planlagte tiltak har redusert, og vil redusere, mengden reaktive reserver. Kondensatorbatteriene er også en forutsetning for å få full nytte av en ny ledning fra Hamang til Bærum. De inngår derfor i alle alternativene i denne analysen.

I nullalternativet vil vi få perioder hvor forbruket når overføringsgrensene. Som omtalt i behovsanalysen vil vi bruke ulike virkemidler i driften for å håndtere dette. Utkobling av kunder på fleksibelt forbruk, gaffelkobling ved feil andre steder i nettet og tvangsmessig utkobling av forbruk medfører store kostnader som er inkludert i nullalternativet.

3.2 Vi vurderer løsninger for både Hamang – Bærum og Bærum – Smestad

Det første valget vi står ovenfor i analysen er om vi kun skal bygge ny ledning mellom Hamang og Bærum, eller om vi skal gå helt til Smestad. Som beskrevet i behovsanalysen er det lav kapasitet på ledningen mellom Hamang og Bærum som gjør at vi får svekket forsyningssikkerhet hvis forbruket av strøm vokser som forventet. Hvis valgt løsning blir kabel kan også miljø- og arealverdier bli frigjort.

Ny ledning på Bærum – Smestad vil kun gi økt forsyningssikkerhet dersom vi har to feil i nettet samtidig eller hvis det skjer en feil samtidig som vi har vedlikehold i nettet. Slike samtidigheter inntreffer imidlertid veldig sjeldent, og den prissatte effekten av dette blir derfor nær null. Dersom det skulle inntreffe kan imidlertid konsekvensen bli stor. Også på denne strekningen vil kabling ha merverdi for areal- og miljø.

Konseptvalget fra 2013 (Statnett SF 2013) konkluderte med at 420 kV i hele Stor-Oslo var det mest samfunnsøkonomisk rasjonelle konseptet. For å realisere alle nytteeffektene beskrevet i KVUen må vi bygge ny ledning mellom Bærum og Smestad, slik at den kan driftes på 420 kV i fremtiden. I tillegg vil det være fordeler ved å ha en samlet myndighetsprosess og prosjektgjennomføring for Hamang – Bærum - Smestad. Vi har derfor også vurdert ny ledning mellom Bærum og Smestad i denne analysen. Vi forutsetter imidlertid at Hamang – Bærum gjennomføres først.

3.3 Både kabel og luftledning gir tilstrekkelig kapasitet til å møte behovet

Uavhengig av om vi bygger fra Hamang til Bærum eller helt til Smestad, kan vi bygge ledningen som luftledning eller som kabel. Luftledning har lavest kostnader, mens kabel kan gi mulighet å øke nytten av tiltakene, utover økt forsyningssikkerhet. Begge løsningene vil gi nok kapasitet til å forsyne forventet fremtidig forbruk over analyseperioden. Det er ikke åpenbart om kostnadene ved å legge kabel overstiger merverdien det gir. Vi tar derfor begge disse løsningene med til alternativanalysen.

I vurderingene under ser vi kun på å enten bygge luftledning eller kabel på hele strekningene mellom transformatorstasjonene Hamang, Bærum og Smestad. Det er imidlertid mulig å kombinere disse ved å kable delstrekninger, med utgangspunkt i stasjonene. En slik løsning på 300/420 kV vil imidlertid kreve et 10 meter høyt muffehus i overgangen mellom luft og kabel. Fotavtrykket til denne bygningen vil være om lag 22 x 15 meter. Det vil dermed være både positive og negative areal- og miljøvirkninger. Vi har

ikke vurdert dette nærmere, men dette kan være et aktuelt tiltak dersom konsesjonsprosessen viser at dette er ønskelig.

Ledningene bør ha kapasitet på å forsyne minimum 2 500 MW forbruk

Dagens Hamang – Bærum og Bærum – Smestad har overføringskapasitet til å forsyne drøyt 1 000 MW forbruk hver ved 0° omgivelsestemperatur. Dersom vi får løftet den til 1 200 – 1 300 MW vil det sørge for at forbindelsene ikke blir begrensende innenfor normal drift (N-1) de neste 40 årene. Men tiltakene vi planlegger skal også fungere hensiktsmessig på lang sikt.

I tillegg er en fordel om tiltaket også gir tilstrekkelig overføringskapasitet ved feilsituasjoner (N-1-1/2). N-1-1/2 innebærer at dersom en kritisk ledning i transmisjonsnettets er utilgjengelig som følge av en feil eller vedlikehold, må vi drifte nettet slik at en eventuell neste feil ikke gir brudd på overføringsgrensene. For å kunne forsyne alt forbruk med forsyningsikkerhet tilsvarende N-1-1/2 trengs en langt høyere kapasitet enn den som er nødvendig for å overholde overføringsgrensene ved normaldrift (N-1). Vi har gjort beregninger som viser at ledningen mellom Hamang og Smestad bør ha en kapasitet på 2 000 – 3 500 MW for å gi forsyningsikkerhet N-1-1/2 frem mot 2060. Beregningen forutsetter at transmisjonsnettets på sikt skal utvikles som beskrevet i konseptvalgutredningen, med tilhørende premisser for flyt og forbruk. Kapasiteten på ledningen er her referert til fremtidig drift på 420 kV spenningsnivå. Det store spennet i kapasitet kan forklares med usikkerhet i forbruksutvikling, samt at vi kan velge å installere komponenter (seriekompensering) som reduserer overføringen på Hamang-Bærum-Smestad ved de mest utfordrende feilene i nettet. Bruk av seriekompensering på en ledning vil redusere overføring på ledningen, men vil øke overføringen på andre ledninger i transmisjonsnettets, og forutsetter dermed at vi samlet sett har tilstrekkelig kapasitet i transmisjonsnettets for å forsyne alt forbruk. Vi forventer at økningen i kostnad er liten ved å øke kapasiteten på ledningen fra 2 000 MW til minst 2 500 MW, og legger derfor til grunn at kapasiteten på Hamang-Bærum-Smestad bør være minimum 2 500 MW.

Ny luftledning gir høy overføringskapasitet, men er et større inngrep enn dagens ledning

Innenfor den eksisterende traseen er det flere mulige løsningsvalg. En av løsningene vi har lagt til grunn er ny luftledning på 300 kV som er klargjort for 420 kV. For å møte forbruksveksten fremover er det i hovedsak tre linetyper som er aktuelle. Duplex parrot gir kapasitet til å forsyne 2 600 MW forbruk, som skal være tilstrekkelig til 2060, selv ved høy forbruksvekst. Både linetype triplex Grackle (3 500 MW) og duplex Athabaska (3 000 MW) gir tilstrekkelig overføringskapasitet i all overskuelig fremtid. Det er noe høyere overføringstap for duplex-ledningene, men dette er kun verdsatt til noen millioner i nåverdi over analyseperioden. Kostnadsforskjell mellom Grackle triplex og Parrot eller Atabaska duplex er begrenset. Vi har estimert at vi kan spare mellom 15-20 MNOK i investeringskostnader på hele Hamang – Bærum – Smestad ved å gå for en duplexløsning. Duplex-linene avgir noe mer støy, men tar også noe mindre plass og vil kanskje oppleves som mindre synlige enn en triplex ledning. Statnett har valgt å søke konsesjon på triplex Grackle da den gir mye mer kapasitet for en relativt liten kostnad. I tillegg har vi vurdert at fordelene med mindre støy er større enn ulempen ved at ledningen blir mer synlig.

En ny luftledning øker dermed kapasiteten i transmisjonsnettets slik at neste begrensning er kapasiteten fra Sør- og Vestlandet inn til Stor-Oslo. Transmisjonsnettets kan da forsyne et forbruk på rundt 6 400 MW i Stor-Oslo innenfor N-1 og vi forventer ingen kostnader til ikke-levert energi. I tillegg vil mengden forbruk vi kan forsyne med to feil (N-2) øke fra 3 900 MW til 4 900 MW forbruk, hvis vi bygger helt til Smestad. Bygger vi kun til Bærum er N-2 kapasiteten 4 200 MW.

En ledning som på sikt skal driftes på 420 kV, vil kreve høyere master enn de som står der i dag. For å dempe effekten av dette har Statnett lagt til grunn designmast "Strå". Denne er smalere enn Statnetts

standardmast og tar derfor mindre plass og reduserer magnetfeltet rundt ledningen. Likevel vil den nye luftledningen være et større inngrep enn dagens ledning.



Figur 4: Bildet viser dagens master sammenlignet med designmast Strå.

Kabel gir tilstrekkelig kapasitet og øker areal- og miljøverdier

Får å unngå areal- og miljøulempene ved ny luftledning har vi sett på muligheten for å legge de nye ledningene som kabel. Dagens luftledninger går gjennom tett bebygde boligstrøk, og det er potensial for å frigjøre areal- og miljøverdier i disse områdene. Eksempelvis kan verdien på nye og eksisterende boliger øke i fravær av synlige nettanlegg. I tillegg tillater kabling en mer effektiv utnyttelse av areal, som i dag er båndlagt. Det vil fortsatt være byggeforbud over selve kablene, men dette vil være 11 meter med større bredde på partier hvor lokale tilpasninger krever det. Til sammenligning er dagens byggeforbudsbelte på 40 meter.

Kapasiteten på kabel avhenger av både av kabeltype, tverrsnitt og om den går i tunell eller grøft. På grunn av bedre kjøling, vil samme tverrsnitt og kabeltype i tunnel gi høyere kapasitet enn i grøft. Mellom Hamang og Bærum legger vi til grunn at det legges kabel i grøft hele veien. Vi legger til grunn at det legges to kabelsett, det vil si 2 x 3 kabler, i kobber med 2 500mm² tverrsnitt. Dette vil gi en kapasitet til å forsyne om lag 2 900 MW forbruk. En aluminiumskabel i grøft vil gi for lav kapasitet til å møte forventet forbruk. Lavere tverrsnitt på en kobberkabel gir lavere kapasitet uten at vi forventer særlig stor kostnadsgevinst. Byggeforbudsbelte er forventet å bli om lag det samme uavhengig av hvilken teknologi som blir valgt ved en kabelløsning.

Mellom Bærum og Smestad er det teknisk krevende å legge kabel i grøft hele veien. Fra Bærum stasjon til Hagabråten forutsetter vi at det legges kabel i grøft. Teknologi og kapasitet vil da være den samme som mellom Hamang og Bærum. Fra Hagabråten og ned til Smestad er terrenget såpass kupert at den beste tekniske løsningen er kabel i tunnel. I tillegg vil nærføring til fylkesveier, tetthet på bebyggelse samt miljø og kulturarv i traseen gjøre at kostnadene for fremføring med kabel i grøft blir betydelig

høyrere på denne strekningen. Vi antar to kabelsett i aluminium med tverrsnitt 2 500mm². Dette gir en overføringskapasitet til å forsyne 2 500 MW forbruk. Et lavere tverrsnitt gir lavere kapasitet, uten de store kostnadsbesparelsene.

Med disse kapasitetene vil også neste begrensning være kapasiteten fra Sør- og Vestlandet inn til Stor-Oslo. Mengden forbruk vi kan forsyne i Stor-Oslo innenfor N-1 øker til 6 400 MW. N-2 kapasitet øker til 4 200 MW om vi bygger til Bærum og 4 900 MW om vi fortsetter videre til Smestad. Hvis vi velger kabel som løsning har vi dermed ikke kostnader til ikke-levert energi.

3.4 Vi har forkastet andre traseer og kabel i tunnel hele veien

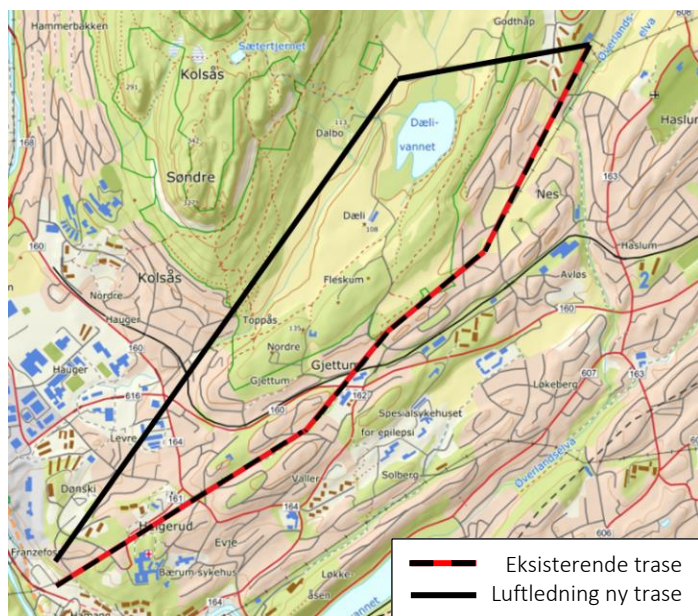
Statnett har også vurdert andre muligheter for å øke kapasiteten mellom Hamang, Bærum og Smestad. Basert på høye kostnader, kort levetid, samt påvirkning på areal og miljø går vi ikke videre med luftledning eller kabel ny trase, høytemperaturledninger eller alternativer til nett.

Høytemperaturliner vil ha kort levetid

For å overholde krav til bakkeklaring har kraftledninger en maksimal linetemperatur. Denne temperaturen gir igjen en termisk begrensning på hvor mye strøm en ledning tåler under gitte omgivelsestemperaturer før den siger for langt ned mot bakken. Det er dette som begrenser hvor mye kraftflyt vi tillater på ledningene mellom Hamang, Bærum og Smestad i dag. En rimelig løsning på dette er å skifte ut dagens liner med noen som tåler høyere temperaturer før de begynner å sige (høytemperaturliner) og dermed har høyere kapasitet.

Statnett har undersøkt denne muligheten, men lagt den bort da master og fundamenter må forsterkes en god del for at dette skal være gjennomførbart. I tillegg må trolig master og fundamenter byttes ut før 2040, slik at det ikke nødvendigvis er en billigere løsning enn å bygge ny ledning.

Vi har ikke funnet nye traseer som er bedre enn den eksisterende



Figur 5: Mulige løsninger for nytt transmisjonsnett mellom Hamang og Bærum

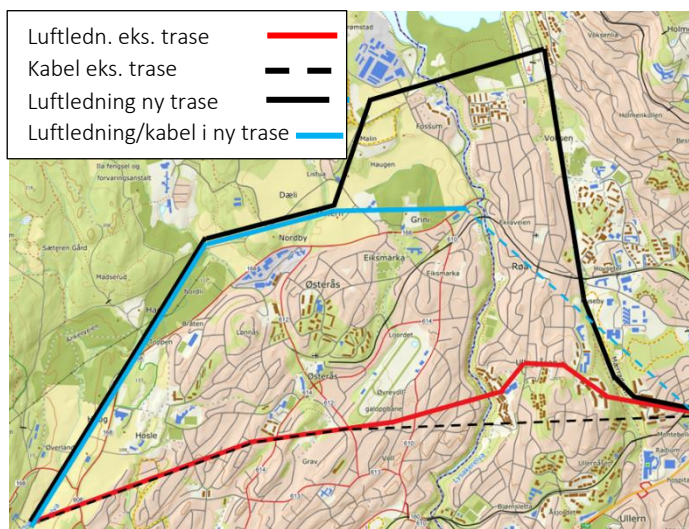
Det er få alternative traseer for luftledning mellom Hamang og Bærum. Den ene løsningen vi har sett på for å unngå befolkningstette områder, er å flytte traseen litt lenger nord. Ledningen vil da gå gjennom Kolsås-Dælivann landskapsområde. Dette vil ha negative virkninger for landskap, rekreasjon og nærmiljøaktiviteter. I tillegg må vi gjennom et nytt boligområde fra Hamang opp mot Kolsås. Vi ser derfor ikke at denne løsningen totalt sett realiserer store arealverdier. Dette, kombinert med de negative miljøvirkningene, gjør at vi ikke har utredet løsningen videre.

Statnett har også vurdert andre traseer mellom Bærum og Smestad. En mulig løsning er å bygge ny ledning fra Bærum til

Bogstad, deretter ned Merradalen mot Smestad. Dette vil frigjøre areal, men samtidig beslaglegge nye områder som ikke har hatt høyspentanlegg tidligere. Med denne traseen vil ledningen gå gjennom flere området som er av verdi for rekreasjon og friluftsliv, blant annet golfbanene Haga, Grini og Bogstad. I tillegg vil deler av den gå innenfor Markagrensa. Den vil også påvirke verdifull natur- og kulturarv

negativt. Investeringskostnadene er nesten dobbelt så høye som å bygge ny ledning i eksisterende trase. Vi mener gevinstene ved å frigjøre eksisterende trase, ikke oppveier for ulempene ledningen medfører i ny trase. Denne løsningen tas derfor ikke med videre.

En annen mulighet mellom Bærum og Smestad er å kombinere luftledning og kabel i en ny trase. Løsningen vi har sett på er luftledning fra Bærum langs griniveien til Grini. Deretter innebærer denne løsningen kabel i tunell ned til Smestad. Som for luftledning i nye trase frigjør dette areal under eksisterende trase, men beslaglegger nye områder. I tillegg viser vår miljøutredning at løsningen har en negativ miljøvirkning, på samme måte som luftledning hele veien i ny trase. Investeringskostnadene er forventet å nærme seg samme nivå som kabelløsningen i eksisterende trase. Vi vurderer at det ikke er positive virkninger som veier opp for de høye kostnadene og tar derfor ikke denne løsningen med til alternativanalysen.



Figur 6: Mulige løsninger for nytt transmisjonsnett mellom Bærum og Smestad

Kabel i tunnel er dyrt, men vi kan frigjøre hele den eksisterende traseen

Mellom Smestad og Sogn bygger Statnett kabel i tunell. Samme løsning er planlagt mellom Sogn og Ulven. Kabel i tunell har flere fordeler, blant annet beslaglegger det ikke areal og over bakken. For Hamang – Bærum – Smestad betyr det at vi kan frigjøre hele arealet som i dag er beslaglagt av luftledningen. I tillegg har kabel i tunell lave reinvesteringer sammenlignet med kabel i grøft, og det vil være enklere å gjøre vedlikehold. Som nevnt over gir også kabel i tunnel høyere kapasitet enn samme kabeltype i grøft.

Det er imidlertid høye kostnader ved å bygge tunnel da den må sprenges eller "borres" ut. I tillegg har vi allerede en trase vi kan legge kabel i grøft på Hamang – Bærum og fra Bærum til Hagabråten. Vi har vurdert at det er gjennomførbart å legge kabel i grøft i denne traseen. Ulempene ved å legge kabel i grøft er dermed mindre enn vi la til grunn mellom Smestad, Sogn og Ulven, hvor det ikke har vært luftledning tidligere. Vi mener derfor de høye kostnadene ved tunnel på hele strekningene Hamang – Bærum og Bærum - Smestad ikke kan veie opp for fordelene, og går ikke videre med denne løsningen.

Alternativer til nett kan påvirke når ny ledning bør være på plass

I analysen hvor vi bekrefter konseptvalget av Hamang – Bærum – Smestad ble det gjort en vurdering av hvorvidt alternativer til nett kan erstatte nye ledning. Konklusjonen ble at det ikke nødvendigvis var et billigere tiltak enn ny luftledning mellom Hamang og Bærum. I tillegg er det mer usikkert hvor mye denne typen tiltak kan avlaste transmisjonsnettet. Konseptet ble derfor forkastet.

4 Økt kapasitet på Hamang – Bærum – Smestad er samfunnsøkonomisk lønnsomt

For å synliggjøre samfunnets nytte og kostnader ved de mest aktuelle alternativene, sammenlikner vi disse med hverandre og nullalternativet. Denne delen av analysen kalles alternativanalysen, og rangerer alle alternativene gjennom en samfunnsøkonomisk analyse. De virkningene som lar seg prissette får en forventningsverdi. I tillegg vurderer vi virkninger som ikke lar seg verdsette i kroner på en allment akseptert eller meningsfylt måte, kvalitativt med plusser og minuser. I tillegg ser vi på usikkerheten i både forventningsverdier og ikke-prissatte virkninger, før vi gjør en samlet vurdering av alternativene.

Vi har delt vurderingen i to ved å se på Hamang – Bærum og Bærum – Smestad hver for seg. Dette for å tydeliggjøre at det er økt kapasitet på Hamang – Bærum som er viktigst for forsyningssikkerheten i Stor-Oslo, og som i fravær av tiltak vil medføre størst kostnader ved ikke-levert energi. Som nevnt i kapittel 3.1 forutsetter vi derfor at vi har økt kapasiteten mellom Hamang og Bærum når vi vurderer om vi skal bygge ny ledning mellom Bærum og Smestad.

Alternativanalysen for Hamang – Bærum er oppsummert i Tabell 2 under. Analysen viser at det er samfunnsøkonomisk lønnsomt å øke kapasiteten på Hamang – Bærum. Både luftledning og kabel kommer bedre ut enn nullalternativet. Usikkerhetsanalysen viser at det kun er endringer i forbruksvekst som kan endre resultatet. I nåverdi koster kabel om lag 250 MNOK mer enn luftledning. Det kan være at nytten ved å fjerne luftledningen overstiger denne kostnaden. Usikkerheten i denne nytten er imidlertid stor. Vi vurderer derfor at det er mest samfunnsøkonomisk lønnsomt å bygge luftledning mellom Hamang og Bærum.

Tabell 2: Samfunnsøkonomisk lønnsomhet av Hamang – Bærum. Beløpene er nåverdi av fremtidige kostnader

Alternativanalyse	Nullalternativet	Luftledning i eksisterende trase	Kabel i eksisterende trase
Samlet rangering	3	1	2
Rangering prissatte virkninger	3	1	2
Rangering ikke-prissatte virkninger	3	2	1
Usikkerhet	(70-1 000)	(80-105)	(310-380)
Prissatte virkninger [MNOK]			
Sum prissatte virkninger	-860	-90	-340
Investering (Statnett)	-50	-90	-340
Utkobling av fleksibelt forbruk	-190	0	0
Tvangsmessig utkobling av forbruk	-620	0	0
Ikke-prissatte virkninger			
Areal- og miljø	0	0/-	++
Forsyningssikkerhet	0	+	+

Den samfunnsøkonomiske lønnsomheten av Bærum – Smestad er oppsummert i Tabell 3 under. Forskjellen mellom nullalternativet og luftledning på denne strekningen handler kun om når investeringen skal gjennomføres. Den prissatte lønnsomheten av ny luftledning "nå" er svakt negativ. Det har imidlertid en liten positiv virkning for forsyningssikkerheten under vedlikehold. God forsyningssikkerhet er viktig i et område med mye kritisk infrastruktur. I tillegg mener vi det er fordel å ha en samlet konsesjonsprosess for Hamang – Bærum og Bærum – Smestad. Usikkerhet i

forutsetningene trekker også i retning av at høyere lønnsomhet for ny Bærum – Smestad. Vi vurderer det slik at det er bedre å bygge ny luftledning sammen med Hamang – Bærum enn å vente til reinvesteringstidspunktet.

I nåverdi koster kabel om lag 420 MNOK mer enn luftledning. I tillegg får vi en fremskyndelseskostnad på Bærum stasjon på 120 MNOK. Selv om merkostnaden er høyere enn mellom Hamang og Bærum, kan vi ikke utelukke at det kan være verdier som gjør det lønnsomt med kabel. Det er imidlertid stor usikkerhet i disse verdiene og hvilken vekt de skal tillegges, særlig når vi ikke har dokumentert tilstrekkelig størrelse for betalingsvilligheten. Vi har derfor også her rangert luftledning først. Selv om vi søker konsesjon på begge disse alternativene, er det fortsatt mulig å velge nullalternativet i senere prosjektfaser. Dette kan vi velge å gjøre hvis vi f.eks. får ny informasjon som øker differansen mellom nullalternativet og de to skiftalternativene.

Tabell 3: Samfunnsøkonomiske lønnsomhet av Bærum – Smestad. Beløpene er nåverdi av fremtidige kostnader

Alternativanalyse (nåverdi)	Nullalternativet	Luftledning i eksisterende trase	Kabel i eksisterende trase
Samlet rangering	3	1	2
Rangering prissatte virkninger	1	2	3
Rangering ikke-prissatte virkninger	3	2	1
Usikkerhet	(280-340)	(330-410)	(820-1 020)
Prissatte virkninger [MNOK]			
Sum prissatte virkninger	-320	-380	-930
Investering (Statnett)	-320	-380	-930
Ikke-prissatte virkninger			
Areal- og miljø	0	0/-	++
Forsyningssikkerhet	0	0/+	0/+

4.1 Luftledning er billigste løsning

For å vurdere de ulike alternativene mot nullalternativet, og mot hverandre, prissetter vi nytte- og kostnadsvirkningene så langt det er mulig. I denne analysen er kostnadene begrenset til Statnetts investeringskostnader ved å bygge ny Hamang – Bærum og Bærum – Smestad. Nyttene ved å gjøre tiltak er økt forsyningssikkerhet. Dette er prissatt som kostnader til ikke-levert energi, sammenlignet med nullalternativet.

Kostnader til investeringer i transmisjonsnett er lave hvis vi velger luftledning

Totale kostnader for ny luftledning på Hamang – Bærum og Bærum Smestad er på henholdsvis 110 MNOK og 170 MNOK. Blir det kabel er investeringskostnaden 420 MNOK for Hamang – Bærum og 760 MNOK for Bærum – Smestad.

Tabell 4: Investeringskostnader til ny luftledning eller kabel

	Hamang – Bærum luftledning (nullalternativet/"nå")	Bærum – Smestad luftledning (nullalternativet/"nå")	Hamang – Bærum kabel	Bærum – Smestad kabel
Kapasitet	3 500 MVA	3 500 MVA	2 900 MVA	2 500 MVA
Lengde	5 km	7 km	4,7 km	6,3 km
Investeringskostnad (2019-kroner)	110 MNOK	170 MNOK	420 MNOK	760 MNOK
Byggeperiode	2040/2024	2041/ 2025	2023 - 2024	2023 -2025
Nåverdi (2019)	50/90	80/140	380	600

Hvis det blir ny luftledning på Hamang – Bærum og Bærum – Smestad er dette en fremskyndelse av reinvestering ved endt levetid. Investeringskostnadene i faste kroner er derfor like i null- og skiftalternativene. I nåverdi er imidlertid kostnaden høyere ved å gjennomføre i dag.

Hvis vi bygger luftledning mellom Hamang og Bærum forutsetter vi en byggeperiode på ett år og at den er ferdigstilt høsten 2024. Bærum – Smestad bygges først når Hamang – Bærum er ferdig og vi legger til grunn idriftsettelse høsten 2025.

Mellom Hamang og Bærum er det en merkostnad på 310 MNOK for å legge ledningen som kabel. Vi har da forutsatt grøft hele veien. Hvis vi legger kabel er det også nødvendig med mer reaktiv effekt enn hvis vi bygger luftledning. Kostnad til en reaktor er derfor inkludert i kabelkostnaden, i tillegg til nødvendige tiltak i Bærum stasjon for å knytte til kabelen. I tillegg må vi forvente at byggeperioden forlenges med ett år. Vi antar fortsatt idriftsettelse innen 2024.

Merkostnaden for kabel mellom Bærum og Smestad, er om lag 590 MNOK. Blir det kabel på denne strekningen må vi ha ytterligere en reaktor. Kilometerkostnaden er betraktelig høyere enn for Hamang – Bærum. Hovedårsaken til dette er at om lag halvparten av kabelen må legges i tunell. Dette er en mye dyrere løsning enn grøft, men vi har vurdert at det er beste måten å legge kabel mellom Hagabråten og Smestad. En slik gjennomføring vil også ta mer tid enn både luftledning og kabel i grøft. Vi anslår ett og ett halvt år for kabelen i grøft og deretter rundt 80 uker for tunnelen. Totalt vil vi ha en byggeperiode på rundt tre år. Med oppstart av anleggsarbeidet i 2022 kan vi sette kablene på drift i 2025.

Hvis det blir kabel mellom Bærum og Smestad, har Statnett besluttet å søke konsesjon på å bygge ny Bærum stasjon samtidig som den nye kabelen legges. Vi har derfor inkludert kostnader til Bærum stasjon i totale investeringskostnader for kabel mellom Bærum og Smestad, men trukket fra kostnadene for å knytte til kabel mellom Hamang og Bærum. Kostnad for reinvesteringer og ny Bærum stasjon, samt tidspunkt for bygging i de ulike alternativene er presentert i Tabell 5 under.

Tabell 5: Investeringskostnader Bærum stasjon

	Bærum – Smestad luftledning (nullalternativet/"nå")	Bærum – Smestad kabel
Reinvesteringskostnad kontrollanlegg (2019-kroner)	64 MNOK	
Investeringskostnad ny stasjon (2019-kroner)	442 MNOK	442 MNOK
Byggeperiode reinvestering kontrollanlegg	2028	
Byggeperiode ny stasjon	2039 - 2040	2024 - 2025
Nåverdi (2019)	240 MNOK	360 MNOK

Det er ikke nødvendig med investeringer i regional- eller distribusjonsnettet for å realisere nytten av ny ledning mellom Hamang og Bærum og videre til Smestad. Vi har derfor ikke kostnader til dette i noen av alternativene

Luftledning har lengre levetid enn kabel

Med våre standard forutsetninger antar vi at en ny luftledning med stålmaster kan leve i rundt 90 år. Kabelanlegg må derimot skiftes ut oftere og vi forutsetter en levetid på 50 år. I utgangspunktet skulle vi derfor enten lagt til reinvestering av kablene ved endt levetid, eller en restverdi av luftledningen. For å ha nytte av ledningen hele levetiden må vi imidlertid reinvestere i stasjonene i hver ende med jevne mellomrom (ca. hvert 40. år, nytt kontrollanlegg hvert 20.år). Det er veldig usikkert hvordan strømforbruket ser ut om 50 år, og hva nytten av ledningen mellom Hamang, Bærum og Smestad er på dette tidspunktet. Vi har derfor valgt å ikke inkludere restverdi av luftledningen eller kostnad til reinvestering av kablene. Nåverdien av disse ville uansett vært lav.

Kostnader til ikke-levert energi reduseres til null når vi bygger ny Hamang - Bærum

I nullalternativet vil vi ha kostnader ved at vi ikke klarer å forsyne alt forbruk i de kaldeste periodene. Den prissatte nytten av å øke overføringen grensene er derfor reduksjon i disse kostnadene.

Ny luftledning eller kabel mellom Hamang og Bærum løfter kapasiteten, slik at vi ikke lenger står i fare for å måtte koble ut forbruk ved intakt nett, innenfor vår analyseperiode. Vi reduserer derfor denne kostnaden til null i begge alternativene for Hamang – Bærum.

Med økt kapasitet på Hamang – Bærum fører ikke lenger utfall av ett kritisk anlegg til overbelastning på Hamang – Bærum. Vi får dermed ikke brudd i strømforsyningen ved en feil. Dette gjelder uavhengig om vi bygger kabel eller luftledning. Avbruddskostnader som følge av enkeltfeil er derfor redusert til null.

Da Stor-Oslo inneholder mange institusjoner med kritisk infrastruktur kan det være rimelig å vurdere bedre forsyningssikkerhet enn N-1. Vi har derfor også vurdert forsyningssikkerheten ved to samtidige feil. Vi klarer ikke å helt eliminere risikoen for dette i makslastperioden. Dette er hendelser med svært lav sannsynlighet (<0,04 prosent), men høy konsekvens hvis de skulle inntreffe (>1,5 mrd kroner i nullalternativet). I nullalternativet har dette en forventningsverdi på 0,3 MNOK. Ved å bygge ny luftledning eller kabel mellom Hamang og Bærum har vi imidlertid redusert konsekvensen av en slik hendelse til rundt 1 mrd kroner. Forventningsverdien har en nåverdi på rundt 0,2 MNOK. Hvis vi også bygger ny luftledning eller kabel mellom Bærum og Smestad reduserer vi konsekvensen til rundt 400 MNOK. Forventningsverdien er nær null.

4.2 Ikke-prissatte virkninger trekker i retning at det kan være lønnsomt å bygge kabel

De fleste samfunnsøkonomiske analyser har virkninger som ikke lar seg verdsette i kroner på en allment akseptert eller meningsfylt måte. Dette gjelder spesielt for areal- og miljøvirkninger og i noen tilfeller forsyningsikkerhet. Under har vi vurdert konsekvensen tiltakene våre vil ha for disse basert på pluss-minus metoden. Virkningene blir da vurdert utfra aspektene verdi og omfang. I kombinasjon utgjør det et anslag mellom meget stor positiv konsekvens (++++) til meget stor negativ konsekvens (----) for de ikke-prissatte virkningene.

Ny luftledning har negative virkninger på areal- og miljøverdier, kabel har positiv virkning

Når vi bygger transmisjonsnett er det vanskelig å unngå å påvirke areal og miljø rundt anleggene. Luftledningen som går mellom Hamang, Bærum og Smestad i dag har vært der siden 1950-tallet, slik at bebyggelse og andre brukere av områdene i stor grad har kommet i etterkant og tilpasset seg anleggene. Hvis vi bygger ny ledning, enten som luftledning eller kabel, vil det imidlertid bli en endring fra dagens situasjon. For luftledning handler det først om fremst om høyere, men smalere master. Bygger vi kabel vil det nesten ikke være synlige nettanlegg i traseen, noe som kan være av stor verdi for de som bor og bruker områdene rundt ledningene. Vi antar at disse virkningene er lik for både Hamang – Bærum og Bærum – Smestad og omtaler de derfor samlet under.

Vi bruker rammeverket for økosystemtjenester for å vurdere virkningene. Dette innebærer at vi forsøker å vurdere hvordan inngrepene mellom Hamang, Bærum og Smestad vil påvirke menneskelig velferd. En mer grundig gjennomgang av metodikk og vurderingene for de ulike økosystemtjenestene finnes i vedlegget "Miljøvurderinger til prosjektet Hamang – Bærum – Smestad".

Luftledning

Som nevnt tidligere i analysen vil en ny luftledning i eksisterende trase være en fremskyndelse av reinvestering i ca. 2040. Under beskriver vi ulempene ved ny luftledning, mens selve konsekvensvurderingen vil kun reflektere effekten av å fremskynde disse 15 år.

Eksisterende luftledning mellom Hamang, Bærum og Smestad går gjennom flere friluftsområder med høy verdi for mange brukere. En ny ledning vil ha høyere master som kan forringe verdien av disse områdene. For å minimere denne negative effekten har Statnett valgt en designmast som er tilpasset bynære strøk. Mastene vil likevel være synlige fra ett større område enn dagens master er. I en anleggsfase vil tilgangen til friluftsområdene ved dagens luftledning kunne bli begrenset. Støy i anleggsfasen kan også redusere verdien på disse områdene. Dette vil imidlertid kun være i en begrenset periode. Vi mener likevel ny luftledning i eksisterende trase vil ha en liten negativ visuell velferdseffekt for friluftsliv og rekreasjon, eksisterende boliger og andre som bruker områdene, sammenlignet med dagens luftledning.

Konsekvensutredningene (Sweco Norge AS 2018) (Norconsult AS 2018) viser at naturmiljøet i dagens traseer varierer mellom kulturlandskap, restarealer av skog og ikke-nedbygde åpne arealer, vassdrag og et stort antall med registrerte naturtyper og forekomster av rødlistede arter. Med tilpasninger i anleggsfasen skal det være mulig å unngå negative virkninger for økosystemtjenester relatert til naturarv. Velferdseffekten for naturmangfold er derfor vurdert til å være lite forskjellig fra dagens situasjon.

Det er flere lokaliteter med automatisk fredede kultur- og fornminner. Disse vil trolig ikke bli påvirket av ny luftledning med tilpasninger i anleggsfasen. En ny og høyere luftledning vil også bli synlig fra flere kulturminner og -miljøer i området. Velferdseffekten for kulturarv er derfor vurdert å være litt mer negativ enn med dagens luftledning.

Samlet sett vurderer vi at en ny luftledning vil ha en liten negativ verdi for areal og miljø. Selv om mastene blir høyere og mer synlige for de som bor og bruker områdene, er dette en ulempe vi også har i nullalternativet, bare noe lengre frem i tid. Selv om traseen er kort, er det mange mennesker som ser og bruker områdene rundt hver dag. Vi vurderer derfor at omfanget er middels negativt. Ny luftledning vurderes derfor å ha neglisjerbar til liten negativ (0/-) konsekvens for areal og miljø.

Kabel

Vi legger til grunn kabel i *grøft* på Hamang – Bærum, og kabel i *grøft og tunnel* på Bærum – Smestad. Kabel i *grøft* vil redusere dagens byggeforbudsbelte fra 40 til 11 meter. Dette gir både mulighet for bedre utnyttelse av areal, samtidig som det fortsatt sikrer en grønn korridor. Over tunnelen kan traseen frigjøres helt. Det kan også gi en bedre opplevelsesverdi for de som bor og ferdes i området, fordi det ikke er synlige nettanlegg. I vurderingen under har vi ikke tatt stilling til hva som vil skje med dette området, utover de utbyggingsplanene som allerede foreligger. Vi forutsetter derfor at den grønne korridoren beholdes også her.

Det er vanskelig å anslå verdien av frigjort areal samt verdien av at det ikke er synlige nettanlegg. I tilleggsanalysen "Verdsetting av miljøvirkninger" har vi estimert hvor stor betalingsvilligheten kan være for disse virkningene. Vi finner at den er stor, samlet sett opp 350 MNOK for Hamang – Bærum og over 630 MNOK for Bærum – Smestad. De største verdiene kommer imidlertid av å kable den første biten ut av Hamang og Smestad stasjon, og det er mulig å kable kun deler av traseen med utgangspunkt i disse stasjonene. Langs resten av traseen er det betydelig større usikkerhet, både i metode og resultater, selv om kabling kan realisere store verdier også her. Bygger vi ledningen som kabel vil det derfor ha positiv velferdseffekt for friluftsliv og rekreasjon, eksisterende bebyggelse og muligheten for bedre arealutnyttelse av dagens trase.

Når vi legger kabel i *grøft* vil vi måtte grave opp hele traseen mellom Hamang og Bærum, og fra Bærum til Hagabråten. Det er derfor større risiko for at vi påvirker det biologiske mangfoldet, sammenlignet med luftledning. Eksempelvis vil nærføringen med Kolsås-Dælivann landskapsvernområde, hvorav 130 m er innenfor verneområdet, utgjøre et nokså stort inngrep i anleggsfasen. Kabel i *grøft* må her tilpasses etter nærmere undersøkelse. Sanering av luftledning og restaurering av vegetasjonen i ryddebeltet vil kunne bidra positivt til både opplevelsen og arts mangfoldet. Oppsummert mener vi det vil være liten endring i velferdskonsekvens for naturarv, dersom vi bygger kabel.

Alle automatisk fredete kulturminner som ligger under eksisterende trasé er sårbare dersom luftledning skiftes til kabel i *grøft*. Der kablet skal gå i tunnel inn mot Smestad er påvirkningen mindre, med unntak av i anleggsfasen. Likevel bidrar kabel positivt til opplevelse av kulturmiljøet, ved at det ikke er synlige nettanlegg. Kabel vil derfor ha en liten positiv velferdskonsekvens for natur- og kulturarv.

Samlet sett vil kabel ha en betydelig positiv velferdseffekt for areal og miljø. Selv om det er noen negative virkninger for natur- og kulturarv, gjelder dette først og fremst i anleggsfasen. Verdiene som frigjøres for friluftsliv, eksisterende og nye boliger vil imidlertid være varige, og betalingsvilligheten kan være stor, som vist i tilleggsanalysen "Verdsetting av miljøvirkninger". Ut fra Hamang og Smestad stasjoner ser det ut til at verdien av å kable overstiger kostnadene med god margin. På resten av strekningen er det større usikkerhet i betalingsvilligheten for å unngå luftledning. Kabel på Hamang – Bærum eller Bærum – Smestad vurderes derfor å ha en middels positiv konsekvens for areal og miljø (++) .

Forsyningssikkerhet under vedlikehold øker i alle alternativer (N-1-1/2)

I utfallsanalysene som ligger til grunn for kostnadene til ikke-levert energi, har vi kun sett på konsekvensen av feil som fører til utfall i vinterhalvåret når forbruket av strøm er høyt. I denne perioden har vi sjelden planlagt vedlikehold, og vi forutsetter derfor at nettet er intakt før eventuelle feil inntreffer. I sommerhalvåret er dette imidlertid ikke en realistisk forutsetning. For å overholde krav til bakkeklaring har kraftledninger en maksimal linetemperatur. Under drift er linetemperaturen avhengig av tilført varme fra strømbelastning og solstråling. Ved 20 grader omgivelsestemperatur reduseres derfor kapasiteten på Hamang – Bærum og Bærum – Smestad til om lag 650 MW på hver av strekningene, sammenlignet med 1 000 MW ved 0 grader. Stiger temperaturen til 30 grader er kapasiteten om lag 350 MW. I en slik situasjon kan utfall av en ledning, samtidig som vi har vedlikehold på en annen, gi avbrudd for sluttbrukerne. Avbruddet vil ikke vare lengre enn gjeninnkoblingstiden til den ledningen som er ute til vedlikehold. Konsekvensen vil imidlertid avhenge av hvilke ledninger som er ute, samt hvordan flyten av strøm er på tidspunktet feilen skjer. Vi har ikke prissatt denne virkningen.

Hvis vi bygger ny ledning mellom Hamang og Bærum vil antall forbrukere som får økt forsyningssikkerhet under vedlikehold øke med rundt 250 000. I pluss-minus termer mener vi derfor omfanget av virkningen er middels positivt. Vi har anslått verdien til å være lav, da sannsynligheten for en slik hendelse er lav og dermed også betalingsvilligheten for å unngå den. Med lange varmeperioder som i sommeren 2018 øker imidlertid sannsynligheten, da tiden vi har lav kapasitet øker. Økt kapasitet mellom Hamang og Bærum får derfor en liten positiv konsekvens (+) på forsyningssikkerhet under vedlikehold (N-1-1/2). Dette gjelder uavhengig av om vi velger kabel eller luftledning.

Økt kapasitet mellom Bærum og Smestad, etter Hamang – Bærum er satt i drift, vil forbedre forsyningssikkerheten under vedlikehold ytterligere. Det meste av forbruket som vil bli påvirket av et utfall under vedlikehold, blir imidlertid redusert når Hamang – Bærum er på plass. Bærum – Smestad har dermed kun ett lite positivt omfang. Verdien er veldig liten da også sannsynlighet og konsekvens er lavere så lenge Hamang – Bærum bygges først. Også her kan varmere somre enn det som hittil har vært normalt, øke sannsynligheten for avbrudd. Økt kapasitet på Bærum – Smestad får dermed en liten til neglisjerbar positiv konsekvens (0/+) for N-1-1/2 forsyningssikkerhet, både for luftledning og kabel.

Ny Hamang – Bærum – Smestad alene øker ikke eksportkapasiteten til Sverige

Det er mange interne begrensninger, og forhold, i nettet på Østlandet som innebærer at det er liten "restkapasitet" vi kan tilby til eksport mot Sverige, i periodene forbruket er på sitt høyeste på Østlandet. Lav overføringsgrense på Hamang – Bærum er med på å begrense eksporten i høylastperioder, men dette gjelder også flere andre ledninger. I tillegg påvirker mulige ubalanser mellom klarert forbruk i day-ahead markedet og faktisk forbruk, fordi vi ikke har noen reguleringsressurser i NO1 for å håndtere driftsgrensene. Det er altså mange forhold som påvirker eksportkapasiteten til Sverige. Økt kapasitet på Hamang – Bærum – Smestad er ikke alene nok til at vi kan eksportere mer strøm til Sverige. Denne virkningen er derfor ikke inkludert i analysen.

4.3 Forbruksvekst er den største usikkerhetsdriveren

For å finne forventet verdi av å gjennomføre tiltak, må vi ta en rekke forutsetninger. Det kan være usikkerhet i disse forutsetningene som påvirker resultatet av analysen. I usikkerhetsanalysen belyser vi derfor hvilke faktorer som kan endre forventningsverdiene, og dermed behovet eller rangeringen av alternativene.

Endring i investeringskostnader har liten effekt på lønnsomheten

Investeringskostnaden mellom Hamang og Bærum er såpass lav i forhold til kostnadene for ikke-levert energi, at selv en dobling av kostnadene for å bygge kabel ikke er nok til å gjøre nullalternativet det mest

lønnsomme. Selv om en utsettelse kan gi teknologiutvikling som gir besparelser, er det lite sannsynlig at disse besparelsene blir store nok til å veie opp for kostnadene til ikke-levert energi.

For Bærum – Smestad er det kun investeringskostnadene som inngår i de prissatte virkningene. Jo lavere disse blir, både for kabel og ledning, desto lavere blir differansen til nullalternativet i prissatte virkninger. Usikkerhetsanalysen av kostnadene til luftledning viser at P30 og P70⁶ ligger henholdsvis 17 prosent under og 11 prosent over forventet investeringskostnad. Usikkerheten heller dermed i retning av lavere kostnader for luftledning. Dette trekker i retning av å bygge ny luftledning nå. For kabel er P30 10 prosent under, men P70 er 12 prosent over forventet kostnad. Usikkerheten i kabelkostnadene trekker derfor svakt i retning av lavere lønnsomhet av kabelalternativet.

I kostnadsestimatene for luftledning er det lagt til grunn at hver av strekningene kan bygges på en sesong, med fire måneder full utkobling. Dette er mulig med dagens lastsituasjon, men store økninger i forbruket kan utkoblingsvinduet bli redusert og utbyggingen må gå over flere sesonger. Dette vil igjen påvirke investeringskostnadene. Dette tilsier at investeringskostnaden i nullalternativet er noe høyere i faste kroner, enn lagt til grunn i analysen. For begge strekningene øker dette lønnsomheten av luftledning nå.

Reinvesteringstidspunktet kan komme før 2040

Basert på tilstandsrapporter og teknisk levertid på ledninger har vi antatt at både Hamang – Bærum og Bærum – Smestad kan opprettholde tilfredsstillende stand til rundt 2040. Dette forutsetter videreføring av dagens drift. Det er imidlertid usikkerhet i reinvesteringstidspunktet. Vi vet blant annet at det er utfordringer med sprøtt stål for master bygget før 1965. I tillegg er det behov for å undersøke fundamentene nærmere. Denne usikkerheten trekker mot at reinvesteringstidspunktet kan komme tidligere enn 2040. For Hamang – Bærum har dette lite å si for konklusjonen om at det er rasjonelt med tiltak nå, som er drevet av forbruksvekst. For Bærum – Smestad kan dette trekke i retning av en lavere fremskyndelseskostnad ved å bygge ny ledning "nå".

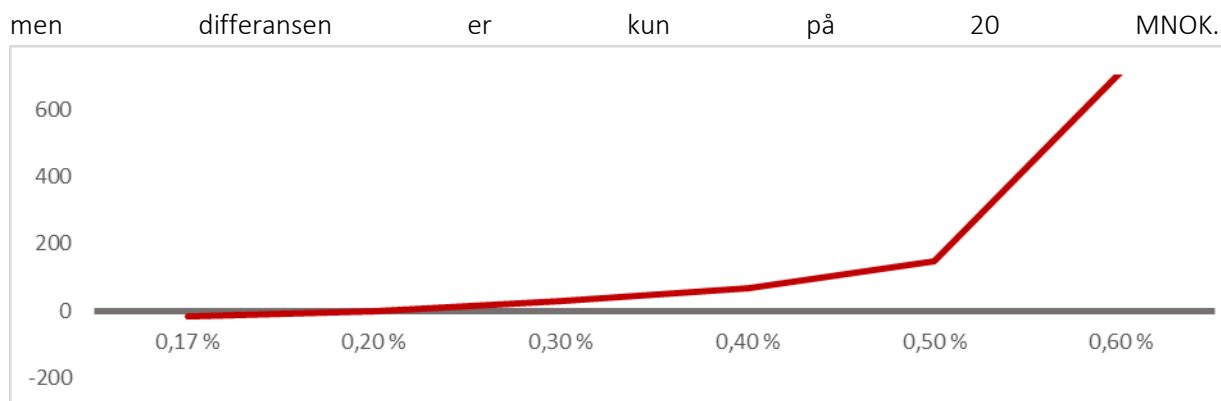
Usikkerhet i forbruksvekst underbygger at det er lønnsomt med ny ledning mellom Hamang og Bærum

Som nevnt i 2.4 legger vi til grunn hovedscenarier for forbruksvekst i beregningen av kostnader til ikke-levert energi. Det er imidlertid mulig at forbruksveksten blir både høyere og lavere enn vi har forutsatt i denne analysen.

Legger vi til grunn scenariet for høy forbruksvekst (1 - 1,5 prosent per år) vil kostnader både til utkobling av fleksibelt forbruk og tvangsmessig utkobling av forbruk øke. Vi vil også være eksponert for avbrudd som følge av feil en større andel av tiden. Tidspunktet for når vi forventer å måtte ta i bruk tvangsmessig utkobling av forbruk kommer en gang mellom 2025 og 2030, dersom det blir kaldt. Høyere forbruksvekst forsterker altså lønnsomheten av å øke kapasiteten mellom Hamang og Bærum.

Blir derimot forbruksveksten lavere (0 - 0,5 prosent per år) vil vi ikke måtte ta i bruk tvangsmessig utkobling av forbruk. Vi vil kun være eksponert for avbrudd som følge av feil de siste årene på 2030-tallet. Vi vil fortsatt ha kostnader til utkobling av fleksibelt forbruk. Vi har estimert disse til om lag 25 MNOK i nåverdi over analyseperioden. Nullalternativet har da lavere kostnader enn å bygge ny ledning,

⁶ Det er 70% sannsynlighet for at kostnadene blir lavere enn P70 og 30 % sannsynlighet for at de blir lavere enn P30



Figur 7: Sammenheng mellom årlig forbruksvekst og merverdi (NNV MNOK) av å bygge ny luftledning mellom Hamang og Bærum i 2024, sammenlignet med nullalternativer. Vi ser at verdien blir positiv rundt 0,2 prosent gjennomsnittlig vekst.

Vi har også sett på hvilken årlig forbruksvekst vi må ha i gjennomsnitt i perioden, for at de prissatte virkningene skal gi lønnsomhet av å gjennomføre tiltak. Figur 7 over viser at lønnsomheten av å bygge ny luftledning blir positiv ved om lag 0,2 prosent årlig vekst. Dette er fortsatt langt under den historiske veksten i temperaturkorrigert⁷ forbruk i makslasttiden. De siste 12 årene har denne vært på rundt 2 prosent. Vi må ikke bruke tvangsmessig utkobling av forbruk i et scenario med 0,2 prosent vekst, men kostnadene til utkobling av fleksibelt forbruk er høyere enn fremskyndelseskostnaden ved å bygge ny luftledning nå. Vi har imidlertid ikke like dårlig tid som hvis vi forutsetter hovedscenario for forbruksvekst, hvor årlige kostnader til ikke-levert energi øker mer enn gevinsten ved å utsette investeringen ett år. Med 0,2 prosent forbruksvekst kan Statnett utsette investeringen til rundt 2030. Fra dette tidspunktet overstiger årlige kostnader til utkobling av fleksibelt forbruk, årlig kapitalgevinst ved å utsette investeringen.

Oppsummert trekker usikkerheten i forbruksprognosene i retning av at det er lønnsomt å gjennomføre tiltak nå.

Mer lokal produksjon reduserer kostnadene til ikke-levert energi betraktelig

I analysen har vi forutsatt at vi har 400 MW tilgjengelig lokal produksjon. Vi vet imidlertid at produksjonen i Stor-Oslo har bidratt med opp mot 560 MW i makslasttimene. Dersom vi øker lokal produksjon til 550 vil N-1 grensen øke til 5 850 MW. Grensen for når vi ikke kan forsyne alt forbruk ved intakt nett øker til 6 250 MW. Dermed reduseres kostnadene til ikke-levert energi fra 810 til 180 MNOK. Selv om vi ikke trenger å bruke tvangsmessig utkobling av forbruk, er dette fortsatt en god del mer enn investeringskostnaden for ny luftledning mellom Hamang og Bærum. Kabel fremstår imidlertid ikke lenger som lønnsomt i prissatte virkninger, sammenlignet med nullalternativet. Rangeringen av alternativene under prissatte virkninger blir dermed endret hvis vi har opp mot 560 MW lokal produksjon tilgjengelig.

Vi må doble antall MW på fleksibelt forbruk for å unngå tvangsmessig utkobling av forbruk

Kunder på fleksibelt forbruk i Stor-Oslo har historisk hatt et forbruk i topplasttiden på 440-480 MW. I 2018 ble de koblet ut, og det viste seg at om lag 100 MW ikke lot seg koble ut. Vi har derfor forutsatt at

⁷ Med temperaturkorrigert forbruk menes energibruk justert for svingninger i utetemperatur. I kalde år vil forbruket være høyere enn i år med normaltemperatur, og omvendt i milde år. Når forbruket temperaturkorrigeres, justerer vi for disse svingningene i utetemperatur. Resultatet er en energibruk slik den ville vært dersom temperaturen var normal det året.

vi kan koble ut 350 MW fleksibelt forbruk dersom forbruket skulle nå overføringsgrensene til transmisijsnett. Hvis alle pluss noen nye kunder likevel skulle være tilgjengelig, slik at vi har 600 MW tilgjengelig, vil det redusere behovet for tvangsmessig utkobling av forbruk. Dette gjør at kostnader til ikke-levert energi reduseres fra 810 til 380 MNOK. Det er altså fortsatt lønnsomt å bygge både luftledning og kabel mellom Hamang og Bærum, selv om vi har mer fleksibelt forbruk tilgjengelig.

Skal vi unngå tvangsmessig utkobling helt, må vi ha over 700 MW fleksibelt forbruk tilgjengelig i makslast. I et slikt tilfelle vil likevel kostnadene til å koble ut de fleksible kundene være så høye at det fortsatt er lønnsomt å bygge ny luftledning mellom Hamang og Bærum.

Skulle derimot antall kunder bli færre, eller det er flere av dem som ikke lar seg koble ut, vil kostnadene øke. Med 200 MW fleksibelt forbruk øker lønnsomheten da vi tidligere og oftere må bruke tvangsmessig utkobling av forbruk. Kostnad til ikke-levert energi er da over 1 mrd, og det haster mer å få ny ledning på plass mellom Hamang og Bærum.

Forventede kostnader til ikke-levert energi går ned hvis kalde vintre inntreffer sjeldnere

I forventet kostnad til ikke-levert energi har vi vektet normale år med 50 prosent, kalde år 25 prosent og midle år med 25 prosent. Dette til tross for at vi vet at en kald vinter med gjennomsnittstemperatur på -18 grader over tre døgn historisk kun skjer hvert tiende år. Dette skulle tilsi ti prosent vekting. Vi har vektet kalde vintre høyere for å få frem konsekvensen av at det vil bli kaldere enn normalt oftere enn hvert tiende år. Hvis vi likevel vektet kalde og milde vintre med ti prosent vil kostnaden til ikke-levert energi reduseres fra 810 til 330 MNOK. Endring i denne forutsetningen endrer dermed ikke konklusjonene om at det er lønnsomt med ny ledning mellom Hamang og Bærum rundt 2025.

Usikkerhet i tilgjengeligheten til nettanleggene og feilsannsynlighet trekker i retning av høyere nytte for Bærum – Smestad

Vi har forutsatt at alle nettanlegg er i drift og tilgjengelige i makslast i våre utfallsanalyser. Som feilstatistikken i kapittel 2.4 viser er ikke dette alltid tilfellet. Dette gjør at vi kan ha undervurdert sannsynligheten og konsekvensen av feil som fører til avbrudd. For Hamang – Bærum påvirker ikke dette konklusjonen. For Bærum – Smestad trekker det i retning av høyere beregnet lønnsomhet.

Feilsannsynligheten kan også være undervurdert fordi simuleringen av dobbeltfeil ikke fanger opp alle relevante feil på nettanlegg. I tillegg begynner flere av ledningene som er viktige for forsyningen av Stor-Oslo å nærme seg teknisk levetid, noe som kan tilsi økende feilrate. Høyere sannsynlighet for feil vil øke kostnader for ikke-levert energi, både ved enkeltfeil, dobbeltfeil og feil under vedlikehold. Som for tilgjengeligheten til nettanlegg har dette lite å si for lønnsomheten av Hamang – Bærum, men kan gjøre at vi i denne analysen har undervurdert nytten av å bygge ny ledning fra Bærum til Smestad. Dermed trekker denne usikkerheten i retning av høyere beregnet lønnsomhet.

4.4 Vi har ikke funnet realopsjoner av verdi

Statnett står ofte overfor usikre fremtidige behov når investeringsbeslutninger fattes. I tillegg er tiltakene våre ofte kapitalintensive og irreversible. På grunn av stor usikkerhet kan det, i påvente av mer og sikrere informasjon, ofte ha en verdi å utsette nettiltak, kun gjennomføre deler av tiltak eller bygge inn fleksibilitet for å gjøre et tiltak enda mer lønnsomt i fremtiden. Disse mulighetene til å utsette eller skalere et prosjekt opp eller ned kalles realopsjoner.

Vi har vurdert om det kan være en verdi å utsette investeringen mellom Hamang og Bærum for å se hvordan forbruksutviklingen blir. Som nevnt i usikkerhetsanalysen kan det være en verdi i å vente dersom forbruksveksten blir lav. Dersom vi venter for å se, og den viser seg å bli som forventet eller

høyere, blir imidlertid kostnadene til ikke-levert energi høye. Vi mener det derfor ikke er noen verdi i å vente å se an forbruksveksten i dette tilfellet.

Nullalternativet av Bærum – Smestad er i praksis en "vente og se" opsjon av luftledningsalternativet. I prissatte virkninger er den verdt 50 MNOK i nåverdi. Selv om vi går videre med skiftalternativene nå, kan vi velge å gå tilbake til nullalternativet senere. Dette kan vi gjøre hvis f.eks. vi blir mer sikre på at det ikke er noe problem å opprettholde forsyningssikkerheten ved vedlikehold, slik at den ikke-prissatte nytten av Bærum – Smestad bli mindre.

4.5 Det er lønnsomt å øke kapasiteten på Hamang – Bærum – Smestad

Den samlede vurderingen i den samfunnsøkonomiske analysen sammenstiller de prissatte og ikke-prissatte virkningene samt usikkerheten rundt dem, og gjør en helhetlig vurdering av tiltaket. Vi har delt beslutningen i to; først vurderer vi om det er lønnsomt å bygge ny Hamang – Bærum, og om vi kan øke lønnsomheten ved å bygge kabel i stedet for luftledning. Deretter forutsetter vi at Hamang – Bærum er på plass, når vi vurderer om og hvordan det er lønnsomt å øke kapasiteten mellom Bærum og Smestad.

Vi bør øke kapasiteten på Hamang – Bærum nå, både luftledning og kabel er lønnsomt

Analysen viser at det er lønnsomt å øke kapasiteten mellom Hamang og Bærum. Vi forventer store kostnader til ikke-levert energi, dersom vi venter med ny ledning til vi må reinvestere på grunn av tilstand. Fra midten av 2030-tallet kan vi ikke forsyne alt forbruk ved intakt nett dersom forbruksveksten blir som forventet. Kommer vi i en slik situasjon vil vi bryte tilknytningsplikten etter energilovforskriften. Selv om forbruksveksten skulle bli lavere enn vi forventer, vil lønnsomheten av ny luftledning være nøytralt.

Luftledning er løsningen som kommer best ut i prissatte virkninger, da investeringskostnadene er lavere enn ved kabel. De ikke-prissatte virkningene trekker i retning av kabel. Vi kan ikke utelukke at merverdien ved kabling overstiger merkostnaden. I tillegg analysen "Verdsetting av miljøvirkninger" så vi at det er lønnsomt å kable over Franzefoss. For resten av strekningen frem mot Bærum stasjon er det imidlertid stor usikkerhet i verdiene ved å kable. Det er også usikkert om estimatene vi har gjort er en god indikator på betalingsvilligheten for kabel. Det kan være lønnsomt å bygge kabel hele veien mellom Hamang og Bærum, men på grunn av den store usikkerheten rangerer til luftledning først.

Det er lønnsomt å øke kapasiteten på Bærum – Smestad før reinvesteringstidspunktet

Det er utfordrende å gjøre en samlet rangering av den samfunnsøkonomiske lønnsomheten av løsningene mellom Bærum og Smestad. De prissatte og ikke-prissatte virkningene trekker i hver sin retning. De prissatte virkningene trekker i retning av å utsette investeringen til nærmere reinvesteringstidspunktet. De ikke-prissatte virkningene i luftledningsalternativet trekker i retning av bedret forsyningssikkerhet ved å fremskynde reinvesteringen. Merkostnadene er ikke veldig høye. Stor-Oslo har mye kritisk infrastruktur, og god forsyningssikkerhet er derfor viktig. De ikke-prissatte virkningene trekker videre i retning av å velge kabelalternativet av hensyn til verdien for areal og miljø.

Vi har rangert nullalternativet som det minst samfunnsøkonomisk lønnsomme tiltaket. Økt forsyningssikkerhet, usikkerhet i forutsetningene samt fordelene ved å ha en samlet konsesjonsprosess gjør at vi mener det er mest samfunnsøkonomisk rasjonelt å søke konsesjon nå. Som nevnt i 3.2 er Bærum – Smestad også en del av et større bilde. En utsettelse vil derfor påvirke gjennomføring av de gjenstående prosjektene i Nettplass Stor-Oslo. Det er imidlertid mulig å velge nullalternativet i en senere prosjektfase, og utsette investeringen til endt levetid, dersom vi får ny informasjon som tilsier at det er rasjonelt.

Valget mellom ledning og kabel er heller ikke åpenbart mellom Bærum og Smestad. I nåverdi koster kabel 550 MNOK mer enn luftledning, men har store positive ikke-prissatte virkninger for areal og miljø. Basert på tilleggsanalysen mener vi det er samfunnsøkonomisk lønnsomt å kable ut fra Smestad stasjon. For resten av traseen er usikkerheten i verdien av å kable stor. At vi ikke har dokumentert betalingsvillighet betyr ikke at den ikke er der. Vi kan derfor ikke utelukke at verdien er stor nok til å forsvare merkostnaden for kabel, fra et samfunnsøkonomisk perspektiv. Fordi usikkerheten rundt betalingsvilligheten er så stor velger vi likevel å rangere luftledning først.

Bibliografi

Finansdepartementet. «Rundskriv 109/14: Prinsipper og krav ved utarbeidelse av samfunnsøkonomiske analyser mv.» Oslo: Finansdepartementet, 30 04 2014.

Hafslund Nett AS. *Kraftsystemutredning for Oslo, Akershus og Østfold 2018-2038*. Utredning, Oslo: Hafslund Nett AS, 2018.

Norconsult AS. *Miljøscreening Hamang-Bærum-Smestad*. Oslo: Norconsult AS, 2018.

Olje- og energidepartementet. «Statnett SF - Nettplan Stor-Oslo.» 30 juni 2014.

Statnett SF. *Konseptvalgutredning for ny sentralnettløsning i Oslo og Akershus*. Konseptvalgutredning, Oslo: Statnett SF, 2013.

Sweco Norge AS. *Kulturminner og -miljørapport*. Oslo: Sweco Norge AS, 2018.

Sweco Norge AS. *Naturmangfoldrapporten*. Oslo: Sweco Norge AS, 2018.

Vedlegg I

Tabell 6: Forutsetninger forbruksprognoser

Forutsetning scenarioene	i	Hovedprognose	Høy scenario	Lav scenario
Befolkningsvekst		SSB middelscenario (0,6 per år%)	SSB høy scenario (1% per år)	SSSB lav scenario (0,4% per år)
Netto tilvekst areal per innbygger		Svak nedgang i Oslo, stabilt på dagens nivå i Akershus og Østfold	Som i hovedprognose	Som i hovedprognose
Netto tilvekst areal per ansatt		Svak nedgang i Oslo, stabilt på dagens nivå i Akershus og Østfold	Som i hovedprognose	Som i hovedprognose
Rehabiliteringsrate bolig		1 % årlig	1 % årlig	2% årlig
Rehabiliteringsrate tjenestebygg		1,5 % årlig	1 % årlig	2,5 % årlig
Elbilandel		35 % i 2030, 70 % i 2040	50 % i 2030, 90 % i 2040	20 % i 2030, 50 % i 2040

Vedlegg II

Generelle forutsetninger samfunnsøkonomi

Diskonteringsrente: 4%

Analyseperiode: 40 år fra idriftsettelse

Referanseår: 2019

Avbruddskostnader

Tabell 7: Forutsetninger ved utregning av kostnader for utkobling av fleksibelt forbruk

Forutsetning	2020	2030	2040
Pris per MWh utkoblet fleksibelt forbruk	420 kr/MWh	470 kr/MWh	540 kr/MWh
Forventet antall MWh som må kobles ut 2020	5 080 MWh	23 190 MWh	95 550 MWh
Forventet årlig kostnad for utkobling av fleksibelt forbruk	2 MNOK	11 MNOK	51 MNOK

Tabell 8: Forutsetninger for beregning av forventede avbruddskostnader som følge av en feil. Kalde og normale vintre fra tabellen over er vektet hhv 25 og 50 prosent.

Forutsetning	2022 ⁸	2030	2040
Varighet kortvarige feil	1 time	1 time	1 time
Varighet langvarige feil	24 timer	24 timer	24 timer
Forventet MW utfall på referansetidspunktet	166	173	523
Avbruddskostnad kortvarige feil	15 MNOK	18 MNOK	20 MNOK
Avbruddskostnad kortvarige feil	205 MNOK	230 MNOK	270 MNOK
Andel kortvarige feil	90%	90%	90%
Andel langvarige feil	10%	10%	10%
Feilrate kortvarige feil	0,18	0,18	0,18
Feilrate langvarige feil	0,02	0,02	0,02
Eksponeeringstid	<1%	1%	4%
Forventede årlige avbruddskostnader (reelle 2018-kroner)	8 000 NOK	70 000 NOK	500 000 NOK

Tabell 9: Forutsetninger for beregning av forventede avbruddskostnader som følge av to feil. Kalde og normale og milde vintre fra tabellen over er vektet hhv 25, 50 og 25 prosent.

Forutsetning	2020	2030	2040
Varighet kortvarige feil	1 time	1 time	1 time
Varighet langvarige feil	24 timer	24 timer	24 timer
Forventet MW utfall på referansetidspunktet	1 150	1 450	1 900
Avbruddskostnad kortvarige feil	70 000 NOK	70 000 NOK	70 000 NOK
Avbruddskostnad kortvarige feil	270 000 NOK	300 000 NOK	320 000 NOK
Andel kortvarige feil	90%	90%	90%
Andel langvarige feil	10%	10%	10%
Feilrate kortvarige feil	0,0003	0,0003	0,0003
Feilrate langvarige feil	0,0001	0,0001	0,0001
Eksponeeringstid	9%	13%	20%
Forventede årlige avbruddskostnader (reelle 2018-kroner)	23 000 NOK	350 000 NOK	1 MNOK

⁸ Første år vi forventer forbruk over 5 700 MW etter fleksibelt forbruk er koblet fra

Tabell 10: Forutsetninger for beregning av kostnader for tvangsmessig utkobling av forbruk. Kostnadene kommer kun ved vintre med 3-dager snittemperatur på -18 grader. Kostnadene vektet derfor 25% i forventning

Forutsetning	2034 ⁹	2040
Varighet tvangsmessig utkobling	2 timer	12 timer
MW utfall på referansetidspunktet	50	400
Antall dager med utkobling per år	2	13
KILE per MW utfall (realjustert til avbruddsår)	115 000 NOK	550 000 NOK
Kostnad til tvangsmessig utkobling av forbruk	18 MNOK	2 900 MNOK
Forventet kostnad til tvangsmessig utkobling av forbruk	3 MNOK	710 MNOK

Tabell 11: Forutsetninger for KILE-satser til bruk i beregning av kostnader for avbrudd som følge av en feil

Temperatur	Forbruk ved kalde vintre				Forbruk ved normale vintre
	2021-2025	2026-2030	2031-2035	2036-2040	2036-2040
År					
Januar	100 %	99 %	83 %	55 %	100 %
Februar	0 %	1 %	17 %	43 %	0 %
Mars	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
April	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Mai	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Juni	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Juli	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
August	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
September	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Oktober	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
November	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Desember	0 %	0 %	0 %	2 %	0 %

⁹ Første år vi forventer forbruk over 6 100 MW etter fleksibelt forbruk er koblet fra

Hverdag	100 %	100 %	100 %	99 %	100 %
Lørdag	0 %	0 %	0 %	1 %	0 %
Søndag	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
0000-0600	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
0600-0800	0 %	6 %	8 %	9 %	0 %
0800-1200	96 %	67 %	46 %	40 %	100 %
1200-1600	0 %	1 %	13 %	17 %	0 %
1600-1800	4 %	22 %	21 %	18 %	0 %
1800-2000	0 %	4 %	11 %	13 %	0 %
2000-2400	0 %	0 %	1 %	1 %	0 %
KILE kr/MW langvarige feil (6 x 4 timer) Reelle 2018- kroner	1,2 MNOK	1,2 MNOK	1,1 MNOK	1,1 MNOK	1,2 MNOK
KILE kr/MW kortvarige feil (4 timer) Reelle 2018- kroner	88 000 NOK	87 000 NOK	83 000 NOK	80 000 NOK	88 000 NOK

Tabell 12: Forutsetninger for KILE-satser til bruk i beregning av kostnader for tvangsmessig utkobling av forbruk

Temperatur	Forbruk ved kalde vintre		
	2034-2036	2037-2038	2039-2040
År			
Januar	100 %	100 %	94 %
Februar	0 %	0 %	6 %
Mars	0 %	0 %	0 %
April	0 %	0 %	0 %
Mai	0 %	0 %	0 %
Juni	0 %	0 %	0 %
Juli	0 %	0 %	0 %
August	0 %	0 %	0 %
September	0 %	0 %	0 %
Oktober	0 %	0 %	0 %
November	0 %	0 %	0 %
Desember	0 %	0 %	0 %

Hverdag	0 %	0 %	0 %
Lørdag	0 %	0 %	0 %
Søndag	3 %	13 %	21 %
0000-0600	97 %	87 %	73 %
0600-0800	0 %	0 %	1 %
0800-1200	0 %	0 %	5 %
1200-1600	0 %	0 %	1 %
1600-1800	0 %	0 %	0 %
1800-2000	3 %	9 %	8 %
2000-2400	88 %	60 %	48 %
KILE kr/MW (Reelle 2018-kroner)	92 000 NOK (2 timer)	144 000 NOK (4 timer)	410 000 NOK (3x4 timer)

Vedlegg III

Underlag til behovsanalysen

Se eget notat "Tiltak for å møte økt forbruk_Stor-Oslo" (unntatt offentligheten)

Underlag til vurdering av areal og miljøvirkninger

Se egne notat

- "Notat areal og miljø til søknad"
- "Verdsetting av miljøvirkninger"