A high-speed photograph of water splashing, creating numerous bubbles and droplets. The water is clear and bright, set against a light blue background. The splash is dynamic, with water falling from the top and creating a central column of water surrounded by smaller droplets.

Globale energitrender og norske muligheter

Statkrafts Lavutslippsscenario
2017



Globale energitrender

– Statkrafts Lavutslippsscenario 2017

Verdens energisystemer er i rask og fundamental endring. Vi går fra en verden basert på fossil energi til en verden med en betydelig andel av fornybar energi.

Endringene er drevet fram av teknologisk utvikling, markedskrefter og politikk. Samtidig endres også måten energisystemene fungerer på. Vi bruker energi mer effektivt, kostnadene for nye teknologier faller, flere prosesser blir elektrifiserte, energisystemene blir mer desentraliserte og sektorene blir mer koblet sammen. I store deler av verden vokser etterspørselen etter energi, mens den i vår del av verden har stoppet opp de siste årene.

Disse sterke endringene utfordrer forretningsmodeller og investeringsstrategier: Hvordan sikre lønnsomme investeringer i en verden med kontinuerlig endret teknologi og fallende teknologikostnader?

Endringene utfordrer også energipolitikken: Hvordan sikre en stabil energiforsyning i en verden som mer og mer baseres på uregulerbare teknologier som vind og sol?

For bedre å forstå usikkerheten framover utarbeider Statkraft ulike scenarier der vi analyserer globale og regionale drivkrefter i energimarkedene. I denne rapporten presenterer vi ett slikt scenario fram mot 2040. Vi har kalt det et «Lavutslippsscenario». Det viser en utvikling der dagens trender med mer fornybar energi og økt elektrifisering fortsetter, og hvor vi går mot en verden med lavere utslipp av klimagasser.

Lavutslippsscenariet tar utgangspunkt i kjente teknologier og bygger på Statkrafts egne landanalyser og rammeverk, samt dybdestudier av flere eksterne kilder. Dette scenariet er ett av flere Statkraft bygger sine strategiske beslutninger på.



Oppsummering av Statkrafts Lavutslippsscenario 2017:

Lavutslippsscenariet globalt

- Omleggingen av energisystemene fortsetter tross økt usikkerhet rundt internasjonal klimapolitikk. Vi går mot en verden med mer fornybar energi og lavere utslipp av klimagasser.
- Toppen i globale energirelaterte klimagassutslipp kan være bak oss. Utslippene vil flate ut før 2020 og er i 2040 rundt 30% lavere enn i dag. Dette er en sterk reduksjon, men ikke tilstrekkelig til å sette verden på en bane i tråd med 2-gradersmålet.
- Det globale kraftforbruket øker med 86% mot 2040. All økning i kraftforbruket dekkes av fornybar kraft.
- Fornybarandelen i kraftsektoren globalt blir 70% i 2040, hvorav 50% er uregulerbar sol- og vindkraft. Dette vil kreve en kraftig omlegging av energipolitikk og markedsdesign.

Framtidens kraftsystem: ren og pålitelig elektrisitet

- Norge har allerede en tilnærmet 100% fornybar kraftforsyning gjennom vår regulerbare og fleksible vannkraft. Det er kun ti land i verden som har en utslippsfri kraftsektor. I Norge er hovedoppgavene i klimapolitikken å elektrifisere transport og industri.
- EUs energi- og klimapolitikk setter stadig mer av rammene for det norske energisystemet. Norge som energiland er i en annen situasjon enn de fleste europeiske land. Dette bør reflekteres i norske myndigheters arbeid opp mot europeisk regelverk.

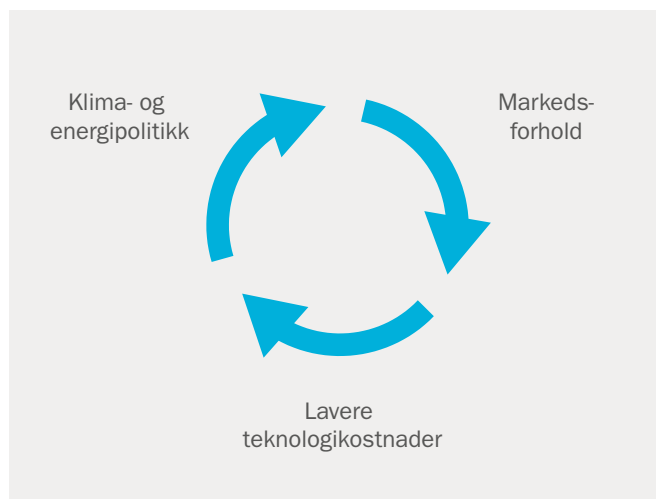
Bakgrunn: Mot en verden med lavere utslipp

Statkraft la fram sitt første Lavutslippsscenario i 2016. Det var basert på et resonnement om at verden de neste årene kan komme i en positiv spinn – der den politiske, den teknologiske og den markedsmessige utviklingen gjensidig forsterker hverandre.

I året som har gått, har alle disse parameterne endret seg. Den 1. juni 2017 annonserte USAs president Donald Trump at han vil trekke USA ut av Paris-avtalen. Selv om det formelt ikke kan skje før om tre år, er det klart at USA de neste årene ikke kommer til å være en pådriver i det internasjonale klimaarbeidet. Det lille som var av nasjonal klimapolitikk i USA er i ferd med å bli avviklet.

Samtidig har det også skjedd bevegelser i retning av en sterkere klimapolitikk. Som en respons på president Trumps annonsering har en rekke amerikanske guvernører, borgermestere og bedriftsledere varslet at de vil sette egne klimamål for sine byer, stater og bedrifter i tråd med Paris-avtalen. Mer enn tusen amerikanske bedrifter, institusjoner, byer og stater har stilt seg bak oppropet «We Are Still In»¹.

Enda viktigere, i kjølvannet av at USA toner ned sitt internasjonale lederskap, trapper andre land opp sitt. Kina, India, Tyskland, Frankrike og en rekke andre land har erklært at de vil holde fast ved avtalen. Eksempelvis har India varslet et nytt program med målsetning om 100% elbiler i 2030 og samtidig bekreftet sitt Parismål om 40% fossilfri andel i kraftsektoren i 2030. Ingen land har så langt fulgt USA ut av Paris-avtalen.



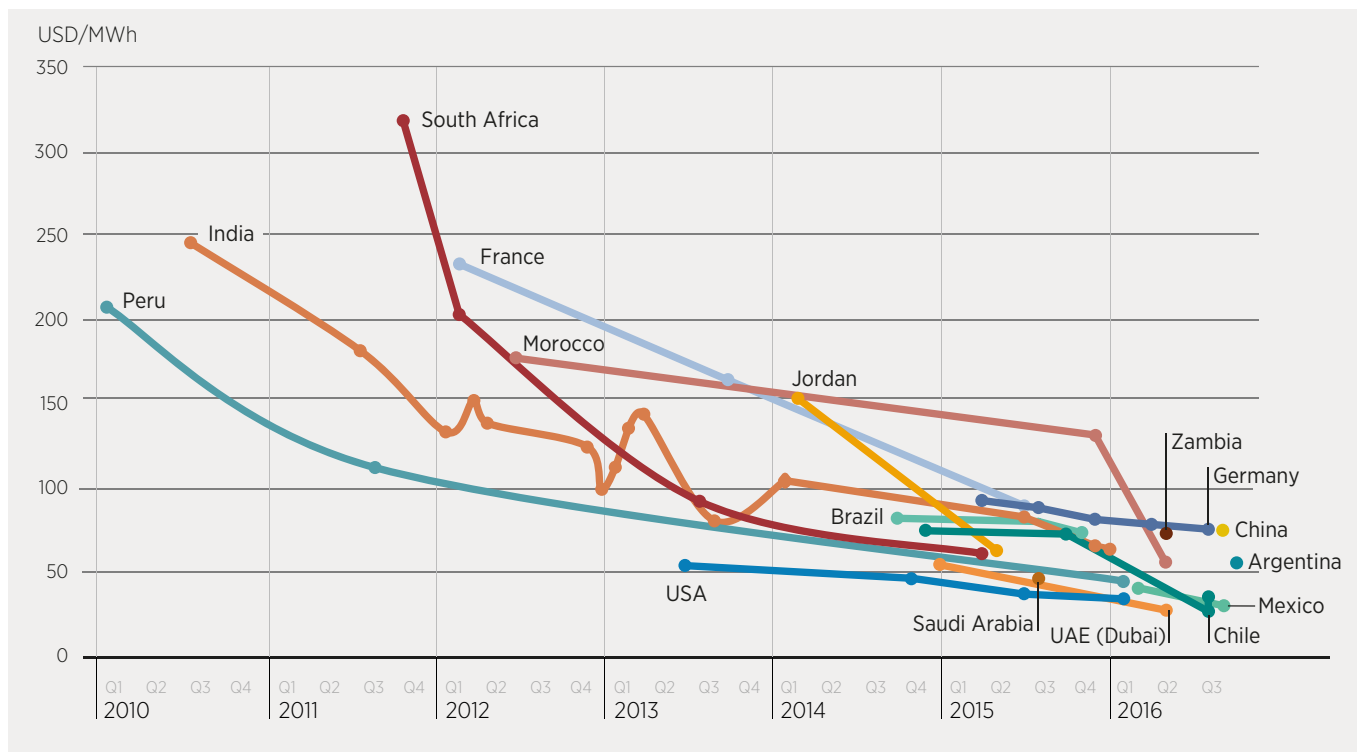
De største endringene skjer likevel på teknologisiden og i markedene. Kostnadsfallene i sol og vind fortsatte i fjor i tråd med vårt Lavutslippsscenario 2016 og vel så det. Vi har det siste året sett betydelige kostnadsfall og en høy utbyggingstakt. For sol gjaldt dette spesielt i Kina, USA og Japan. I Lavutslippsscenarioet 2017, som strekker seg til 2040, anslår vi at sol vil utgjøre 25% av den globale elektrisitetsmiksen i 2040. Dette er høyere enn andre sammenlignbare analyser.



Figur 1: Lavutslippsscenarioet legger til grunn et samspill mellom politikk, teknologutvikling og marked. En mengde nye energiløsninger og –tjenester vil endre energimarkedene de neste tiårene.

¹ <http://wearestillin.com>

Historisk utvikling av auksjonspriser på solkraft (PV)



Figur 2: Konkurransutsatte auksjoner bidrar til pris-og kostnadsfall. Irena 2017.

Den aller største endringen fra fjorårets analyse er utviklingen innen batterikostnader. I Lavutslippsscenarioet 2016 anslø Statkraft at elektriske kjøretøy kom til å bli konkurransedyktige med fossilt drevne kjøretøy rundt midten av 2020-tallet. Det var et mer optimistisk syn enn i mange andre analyser. Få, om noen, seriøse analyser, spør lenger om dette krysningspunktet vil inntreffe, spørsmålet i dag er når det vil skje. Alle de store bilprodusentene legger nå strategier for en framtid etter fossile biler. Når transporten elektrifiseres, vil etterspørselen etter elektrisk kraft øke. Etterspørselen etter olje vil gå ned, og utslippene av klimagasser vil gå ned.

Mye av denne utviklingen er markedsdrevet. Samtidig er den en del av samspillet mellom politikk, teknologiutvikling og marked som er beskrevet over. Vi ser at stadig flere land, bransjer og bedrifter tar inn over seg klimarisikoen ved sine valg og investeringer, og at de legger strategier basert på en framtid med krav til lave utslipp. Stadig flere bedrifter opererer for eksempel med interne CO₂-priser, noe som gjør karbonintensive

prosjekter ulønnsomme allerede i dag. Bare det siste året har flere store internasjonale investorer varslet at de ikke lenger vil investere i kull. Ifølge Greenpeace ble 64 GW kullkraft nedlagt i 2015 og 2016, og siden 2010 har 63% av planlagte kullkraftverk blitt skrinlagt². I mars la Beijing ned sitt siste kullkraftverk og ble dermed den første kinesiske storbyen som avvikler kullkraft. Når slike markedsbevegelser når en kritisk masse, blir de fort selvforsterkende.

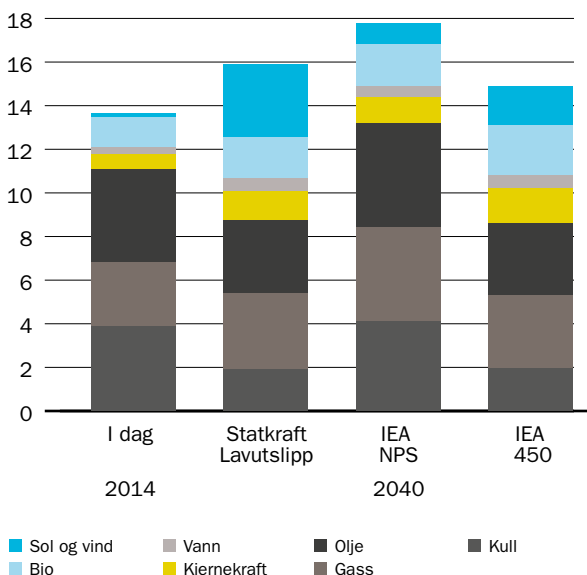
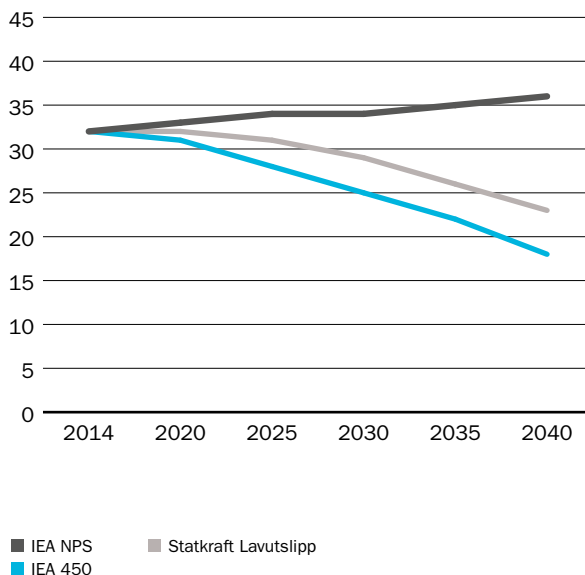
De siste tre årene har verdens energirelaterte CO₂-utslipp vært stabile, til tross for at verdensøkonomien har vokst med rundt 3% årlig. Dekoblingen mellom økonomisk vekst og utslipp, som skjedde i Norge for rundt ti år siden, skjer nå globalt. I Lavutslippsscenarioet for 2017 anslø Statkraft at de globale energirelaterte klimagassutslippene vil flate ut før 2020. Kanskje har vi passert toppunktet allerede.

Tempoet er ikke i tråd med 2-gradersmålet. Men vi går mot en verden med lavere utslipp. Og med en transformert energisektor.

² Coalswarm/Sierra Club/Greenpeace: BoomBust2017 report, March 2017.

Grønnere energiproduksjon og forbruk...

Global primær energietterspørsel (Mrd toe)

**...gjør at utslippskurven faller tidligere**Globale energirelaterte klimagassutslipp (GtCO₂e)Figur 3: Statkrafts Lavutslippsscenario antar markert høyere vekst i fornybarandelen mot 2040 enn IEA i sitt New Policies Scenario³.

Globalt Lavutslippsscenario: Sterk vekst i grønne teknologier

I perioden fram til 2040 forventer vi i Lavutslippsscenariet at **verdens primærenergiforbruk øker med 16%**⁴. Veksten i energibruk er drevet av befolkningsøkning og bedre levestandard globalt. I Lavutslippsscenariet er det en forventning om omfattende energieffektivisering, inkludert betydelig elektrifisering av transport, bygninger og industri.

I Lavutslippsscenariet **øker verdens elektrisitetsforbruk med 86% fra i dag til 2040** (ref. figur 4). Fossile motorer i transport, brenselbaserte kjeler og ovner i industri og bygninger blir i stor skala elektrifisert. Elektrifisering bidrar i seg selv sterkt til energieffektivisering. Våre antakelser om energieffektivisering er dermed noe over hva International Energy Agency (IEA) forventer i sitt New Policies Scenario. Energieffektivisering er en sterk årsak til at klimagassutslippene globalt forventes å falle.

Statkrafts Lavutslippsscenario skiller seg fra flere andre analyser ved å tro på en **massiv mengde sol- og vindkraft inn i energisystemene globalt de neste tiårene**. Fornybarandelen i kraftsektoren globalt øker fra 23% til 70% i Lavutslippsscenariet, hvorav 50% er uregulerbar sol- og vindkraft (i TWh).

En kraftig økning i installert fornybar kraft får betydelige konsekvenser for **kulletterspørselen globalt, som i dette scenariet faller med hele 50% fram til 2040**. Gassetterspørselen globalt vokser i samme periode, men veksttaket synker og er lavere enn hva vi antok i fjor. Fleksibiliteten i gasskraft, kombinert med betydelig mindre utslipp gjør at gass forventes å erstatte en del av kulletterspørselen. Gassens rolle i kraftsektoren fremover er todelt. For det første vil gasskraft overta mye av kjøretiden

³ IEA World Energy Outlook 2016. IEA lager flere scenarier: IEA New Policies Scenario (NPS) er deres hovedscenario, mens i IEA 450 scenariet går energirelaterte utslipp mot en 2°C bane.

⁴ Energiforbruk/energieffektivisering omfatter alle energikilder (kull, vann, vind, sol, gass, olje, bio etc) som benyttes i alle sektorer (som transport, industri og varme).

DATASENTRE – DEN NYE GLOBALE KRAFTINTENSIVE INDUSTRIEN

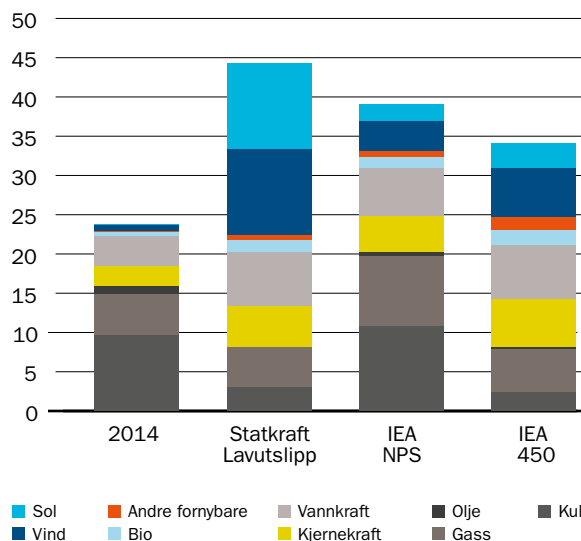
Drevet av digitalisering og et stadig stigende behov for lagring og behandling av store datamengder, har store datasentre blitt den nye globale kraftintensive industrien. Datasentre er verdens raskest voksende kraftintensive næring, med kraftbehov på rundt 40 GW i dag, en økning på 60% fra 2010⁵. Store anlegg bruker allerede i dag bortimot like mye kraft som tradisjonelle smelteverk. Google, Facebook og Apple har allerede etablert datasentre i Sverige, Finland og Danmark, med årlig kraftbehov mellom 0.5 TWh og 1.5 TWh per anlegg. Energi utgjør mellom 30% og 50% av driftskostnadene til et datasenter og fornybar kraft er i økende grad etterspurt av de store aktørene som Google, Apple og Facebook.

til kullkraft⁶. Samtidig vil en økende andel av etterspørselen bli dekket av fornybare kilder. I Europa vil gassens rolle gå fra å kjøre grunnlast til å kjøre spisslast for å dekke etterspørselen i de timene der fornybare kilder ikke strekker til.

Med en utvikling i tråd med Lavutslippsscenarioet, når de globale energirelaterte CO₂-utslippene sitt maks allerede før 2020 for deretter å falle fra rundt 32 Gt per år i dag til 23 Gt i 2040. Til sammenligning gir vårt Lavutslippsscenario over 36% lavere utslipp i 2040 enn IEA antar i sitt New Policies Scenario. Det er en betydelig reduksjon i løpet av 20 år. Men det er ikke tilstrekkelig til at verden kommer på en bane mot å nå 2-gradersmålet.

Elproduksjon

1000 TWh



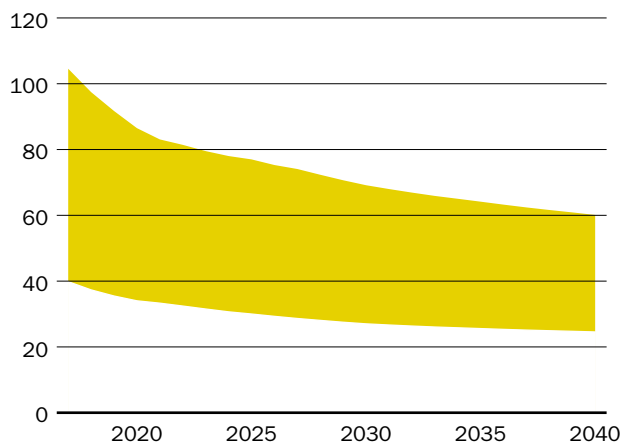
Figur 4: Energimiks i elproduksjon (1000 TWh) i 2040 i forhold til i dag (2014).

Fallet i kostnad for sol og vind fortsetter i Lavutslippsscenarioet.

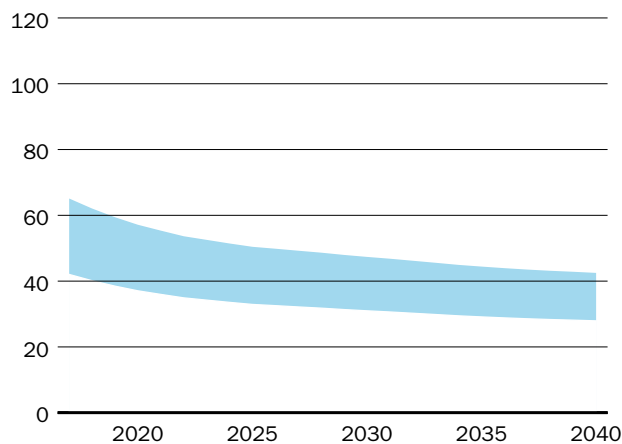
I år og flere år tidligere har vi observert at kostnadene for sol- og vindkraft faller raskere enn både vi og andre forventet. Dette skyldes en intens teknologiutvikling, samt masseproduksjon og effektivisering i alle ledd i verdikjeden. Lavere produksjonskostnader gir grunnlag for økt volum, noe som i sin tur driver produksjonskostnadene ytterligere ned.

Kostnadsreduksjonene for sol og vind fortsetter

Langsiktig marginalkostnad for sol (€/MWh)



Langsiktig marginalkostnad for vind (€/MWh)



Figur 5: Forventet utvikling i gjennomsnittlige kostnader på tvers av land fra i dag til 2040. €/MWh (LCOE, WACC 4%).

⁵ DCD Intelligence 2014.

⁶ I Europa antas kullkraft å utreguleres eller konkurreres ut via CO₂ pris.

Produktiviteten til sol- og vindkraft er sterkt avhengig av den underliggende ressursen. Eksempelvis vil et solcellepanel i Chile i gjennomsnitt kunne produsere rundt tre ganger så mye strøm som et tilsvarende anlegg i Norge. Kostnadene per kWh blir da tilsvarende høyere i Norge enn i Chile. På samme måte vil et vindkraftverk i Tyskland i gjennomsnitt produsere rundt halvparten av et tilsvarende plassert nord i Brasil. Den store spredningen i kostnadsestimat i grafen i figur 5 skyldes primært ulike sol- og vindforhold på ulike steder i verden.

I Lavutslippsscenarioet forventer vi at 55% av nybilsalget for personbiler i 2040 er elbiler. Det pågår en rask teknologisk utvikling innenfor batterier, samtidig som det er en stor skalaeffekt i produksjon og en stadig effektivisering i leverandørkjeden. Dette har resultert i batterier med økt lagringskapasitet og effektivitet, samtidig som kostnadene faller. Tesla rapporterer at deres «gigafactory», som skal ha full produksjonskapasitet fra 2018, vil levere batteripakker til en kostnad som gjør elbiler konkurransedyktige med bensinbiler uten fordeler på skatter eller avgifter.

Figur 6 viser forventet utvikling i batterikostnader over perioden. Kostnadene på batteripakker forventes å falle dramatisk, men usikkerheten er høy. De fleste antar at elbiler blir konkurransedyktige når batteripakker nærmer seg et kostnadsnivå under 150 USD/kWh.

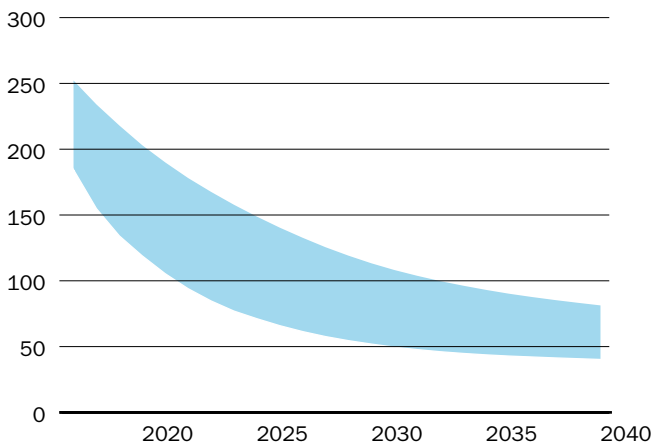
Per i dag dekker elbiler bare rundt 1% av nybilsalget globalt, men denne andelen forventer vi vil øke kraftig i løpet av få år. De fleste bilprodusenter tilbyr nå en eller flere helelektriske eller hybride modeller. Mot 2020 forventes det over 120 ulike elektriske bilmodeller ifølge Bloomberg. Eksempelvis har Volkswagen en ambisjon om at 25% av deres personbilsalg i 2025 er elbiler, mens Volvo har annonsert at alle biler som lanseres fra og med 2019 vil være el- eller hybridbiler. utfordringene med kort rekkevidde og lite tilgang til ladeinfrastruktur har blitt betydelig redusert i det siste. Nå varsler store byer som Paris, Madrid, Athen og Oslo ulike tiltak som skal begrense bruk av dieselmotorer for å redusere lokal luftforurensning. Samtidig har India som nevnt varslet et nytt program om 100% batteridrevne personbiler i 2030.

Vi legger til grunn at også deler av tungtransporten vil bli elektrifisert. Trenden innenfor tungtransport er batterielektrisk der dette er praktisk mulig, som for busser i bysentre, for varebiler og mindre tunge kjøretøy. Samlet anslår vi i Lavutslippsscenarioet et globalt el-forbruk innen transport på 5200 TWh, noe som tilsvarer 12% av det globale el-forbruket i 2040. Dette er flere ganger høyere enn IEA New Policies Scenario sine antagelser på 2.5%.

Økt elektrifisering av transportsektoren utover på 2020 tallet, i tillegg til noe biodrivstoff og hydrogen, vil gi lavere etterspørsel etter fossile drivstoff. Etterspørselen etter olje forventes å flate ut mot 2020, for deretter å falle med mer enn 20% sammenlignet med i dag.

Batterikostnadsutvikling

USD/kWh lagringskapasitet



Figur 6: Batterikostnadsutvikling (USD/kWh lagringskapasitet). Spredningen i grafen illustrerer høy usikkerhet.



Framtidens kraftsystem: Ren og pålitelig elektrisitet

Variabel sol og vindkraft utfordrer kraftmarkedene

Kostnadene har de siste årene falt så mye at sol- og vindkraft blir naturlige valg for ny kraftproduksjon i stadig flere land. Det gir i seg selv en enorm markedsdynamikk for videre vekst. Men det gir også nye utfordringer. Med en høy andel variabel, fornybar elektrisitet i et lands kraftsektor, blir det krevende å sikre en stabil kraftforsyning. Dessuten oppstår fort problemer med kannibalisering og fallende lønnsomhet for nye investeringer⁷. Dette er utfordringer som vil kunne dempe veksten i fornybar kraft. I Lavutslippsscenarioet forutsetter vi at disse utfordringene løses. Overgangen kan imidlertid bli krevende.

I et tradisjonelt kraftsystem blir produksjonen av kraft justert opp eller ned slik at etterspørselen til enhver tid dekkes. Det er da en forutsetning at produksjonen er regulerbar, dvs at den raskt kan styres opp eller ned i tråd med svingninger i etterspørselen. Kraftetterspørselen svinger sterkt over døgnet og over året. I Norge har vi vannkraft som er svært regulerbar og i praksis fungerer som et gigantisk batteri. I de fleste andre land er det termiske kraftverk basert på kull eller gass som sikrer at kraftetterspørselen alltid dekkes.

Sol- og vindkraftproduksjon styres imidlertid i stor grad av været, tid på døgnet og årstider, og har derfor ikke den samme type regulerbarhet. Når det ikke blåser og solen ikke skinner, produserer ikke disse teknologiene strøm. Store kortsiktige variasjoner gjør at vindkraften ofte samsvarer dårlig med kraftforbruket over døgnet. Tilsvarende har solkraft en profil som ikke alltid passer med behovet, med størst produksjon om sommeren og mindre om vinteren, størst produksjon når det er lyst og ingen produksjon når det er mørkt.

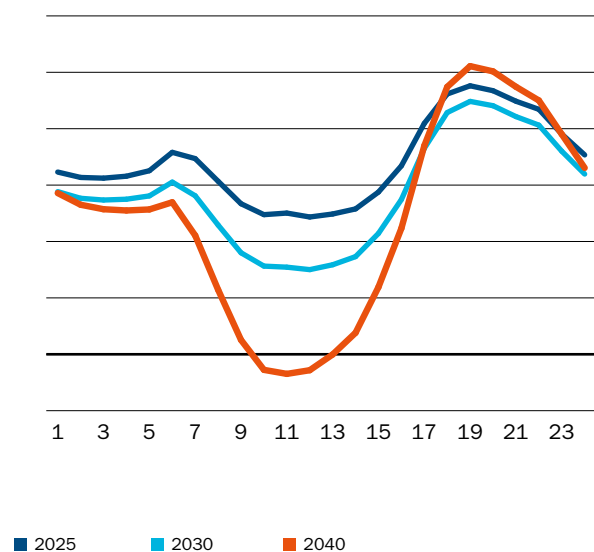
Moderne samfunn, med null toleranse for at kraftforsyningen faller ut i perioder, må derfor sikre seg reservekapasitet. Størstedelen av reservekapasiteten står i dag kull- og gasskraftverk for. I vårt Lavutslippsscenario antar vi at effektive gasskraftverk, som raskt kan reguleres opp og ned, vil dekke store deler av behovet for reservekraft de neste tiårene. Dette er hovedgrunnen til at etterspørselen etter gass i vårt scenario ikke faller slik som etterspørselen etter olje og kull. Jo flere kullkraftverk som

må holdes i live for å bistå samfunnet med reservekraft når fornybar ikke leverer, jo vanskeligere blir det for samfunnet å nå utslippsmålne sine.

Lønnsomheten i kraftnæringen faller med mer sol og vind. Sol- og vindkraft krever relativt store investeringer i henholdsvis solceller og turbiner, mens kostnadene til drift og vedlikehold er lave. Disse teknologiene er med andre ord kapitalintensive, men har en marginalkostnad (variabel driftskostnad) så å si lik null.

Dette betyr at i de timene der det er et sol- eller vindkraftverk som leverer den «siste» kWh som etterspørres i markedet, vil kraftprisene bli tilnærmet null. Kraftprodusentene får da ikke betalt for investeringene, og lønnsomheten i hele kraftbransjen drives ned. Vi får da en *kannibalisering* ved at lønnsomheten til investeringer i sol og vind faller jo flere anlegg som installeres. For fossile kraftverk gir høy andel av sol og vind i kraftsystemet en dobbel utfordring. For det første produserer de mindre mengde strøm når sol og vind dekker en stadig større andel av total etterspørselen. For det andre faller prisene når det er mye sol og vind i systemet.

Forventet endring i etterspørsel etter regulerbar produksjon
MW



Figur 7: Forventet endring i etterspørsel etter regulerbar produksjon i løpet av en dag med økende andel fornybar. Det vil imidlertid være store variasjoner over et år og mellom land og regioner.

⁷ Med «kannibalisering» menes at lønnsomheten til fornybar, uregulerbar kraft faller etter hvert som mer lignende kraft bygges ut.

RIKTIG PRISING AV UTSLIPP I KRAFTSEKTOREN I EUROPA GJENNOM EU ETS

Styrking av det europeiske klimakvotemarkedet EU ETS vil bidra til å drive gjennom en avkarbonisering av kraftsektoren. Den felles politiske viljen til å stramme inn EU ETS så mye som man trenger synes imidlertid hittil ikke å være tilstrekkelig i de 28 landene. Alternativet til en styrket CO₂-pris er imidlertid at medlemslandene isteden fortsetter med et lappeteppesystem av virkemidler som undergraver hverandre og svekker både kvotemarkedet og kraftmarkedet. Fortsatt subsidiering av moden fornybar teknologi vil forstyrre både kraft- og kvotemarkedene, ved at ny kraftproduksjon bygges selv om det ikke er etterspørsel etter mer kraft. Overkapasitet i kraftmarkedet koblet med lavere etterspørsel etter CO₂ kvoter presser ned både kraft- og kvotepriser ytterligere og svekker dermed lønnsomheten i den samme fornybare kraftproduksjon som man i utgangspunktet ønsket å støtte. Isolert sett vil dette igjen skape behov for mer støtte.

Sammen med de nordiske selskapene Fortum og Vattenfall har Statkraft foreslått en enkel mekanisme i EUs regelverk for å rette opp dette problemet.

Mekanismen sier at når et land innfører nye nasjonale virkemidler i kvotepliktig sektor, skal landet også anslå hvor mye utslipp tiltaket vil kutte. Deretter sletter man kvotemengden tilsvarende. På den måten vil nye nasjonale tiltak ikke lenger svekke, men tvert imot stramme til, kvotesystemet. Da får også de nasjonale tiltakene en reell klimaeffekt, de flytter ikke bare utslippene til andre steder eller framover i tid. En slik mekanisme gir dermed riktige incentiver til alle parter i klimapolitikken. De overlappende virkemidlene vil spille på lag med hverandre. Implisitt vil den samlede europeiske klimapolitikken skjerpes.

Mer sol og vind inn i kraftsystemet gjør også at etterspørselen etter regulerbar produksjon i løpet av et døgn endrer seg. Dette kan illustreres med en såkalt «duck profile»: Om dagen er produksjon av solkraft på topp. Etterspørselen etter regulerbar produksjon går da betydelig ned, mens den øker om kvelden. Figur 7 viser Statkrafts anslag for en «duck profile» for det tyske kraftmarkedet. Fram mot 2040 anslår vi at disse svingningene blir gradvis sterkere.

Ikke én enkel løsning, men mange delløsninger

Statkrafts analyser tyder på at det neppe fins én enkel løsning på disse utfordringene. For å klare overgangen til en fornybar kraftsektor må verden ta i bruk en hel rekke delløsninger.

For det første vil forbedrede værvarsler og analyser av erfaringsdata over tid gjøre det mulig å forutsi kraftproduksjon fra sol og vind i større grad enn tidligere. Dette vil kunne redusere behovet for reservekapasitet i systemet noe.

Vannkraft med magasiner er en av få fornybare teknologier som kan bidra under slike forhold. Norske magasiner har 85 TWh i lagringskapasitet, noe som utgjør 50% av europeisk magasinkapasitet. Nordisk regulerbar vannkraft er i realiteten et stort batteri og er derfor en viktig delløsning for Europa.

I tillegg vil flere og stadig bedre batterier (bl.a. i elbiler) gjøre kraftsystemene mer fleksible. Batterier kan imidlertid brukes til noen timers lagring, de vil ikke være et lager som kan dekke kraftbehovet for samfunnet i dager eller uker.

Det er også teknisk mulig å «lagre strøm» ved å produsere hydrogen basert på elektrolyse når det er lave priser, og produsere strøm i brenselceller når det er behov for mer strøm. Dette er foreløpig en kostbar løsning. I våre analyser vil derfor termisk kraftproduksjon i mange år ennå være sentralt for kraftsystemene⁸.

I tillegg vil økt utvekslingskapasitet og en bedre integrering av kraftmarkedene på tvers av land og regioner være viktig. Da kan man eksportere kraft i overskuddsperioder og importere ved underskudd. Dette gjelder spesielt for kraftsystemer med ulike karakteristika, for eksempel mellom Norden, UK og kontinentet.

En annen viktig delløsning er digitalisering som øker forbrukerfleksibiliteten slik at forbruket i større grad tilpasser seg variasjoner i kraftproduksjonen. Smarte strømmenn, smarte hus og smarte biler vil kunne gjøre dette mulig.

La markedet drive endringen

Generelt vil det være slik at jo friere prisdannelsen skjer i kraftmarkedet (slik at knapphet på kraft prises), og jo høyere CO₂-utslipp prises, jo sterkere er incentivene til å utvikle gode og klimavennlige løsninger. Fri prisdannelse gjør at tilbud og etterspørsel responderer på knapphet i markedet. Denne fleksibiliteten vil være viktig for å integrere den høye andelen fornybar kraft i systemene.

Overordnet vil derfor et kraftmarkedet med fri prisdannelse, sammen med en pris på utslipp av klimagasser, være de mest kostnadseffektive virkemidlene for å håndtere overgangen til en

⁸ Fortrinnsvis gasskraft pga lavere utslipp per kWh

utslippsfri kraftsektor. En høyere CO₂-pris vil bedre lønnsomheten for eksisterende og ny fornybar produksjon og samtidig redusere eller fjerne behovet for subsidier. Et effektivt kraftmarked avhenger av at prisene time for time reflekterer de marginale produksjonskostnadene inkludert kostnadene ved utslipp. En høyere CO₂-pris vil gi økt prisvariasjon og høyere kraftpriser i de timene der forurensende kraftverk må kjøre for å dekke etterspørselen. Dermed vil CO₂-prisen bidra både til å skifte fra kull- til gasskraft, samt gi incentiver for energieffektivisering og utvikling av fleksibilitet i produksjon og forbruk i de timene med høyest utslipp.

Etter 2050, når vi trolig har en tilnærmet 100% fornybar kraftsektor, vil prising av CO₂-utslipp være mindre relevant. Det er imidlertid langt igjen før vi er der. Selv i Tyskland var det kun ca 1% av timene i 2016 der fornybar kraft satte prisen. I andre europeiske land var prosenten tilnærmet null. De neste 10-20 årene vil være kritiske for om verden klarer å omstille seg i tråd med Lavutslippsscenarioet, for ikke å snakke om mot en 2°C utslippsbane. I denne overgangsfasen, når man skal endre atferd hos aktørene, vil riktig prising av energi og CO₂-utslipp være svært viktig.

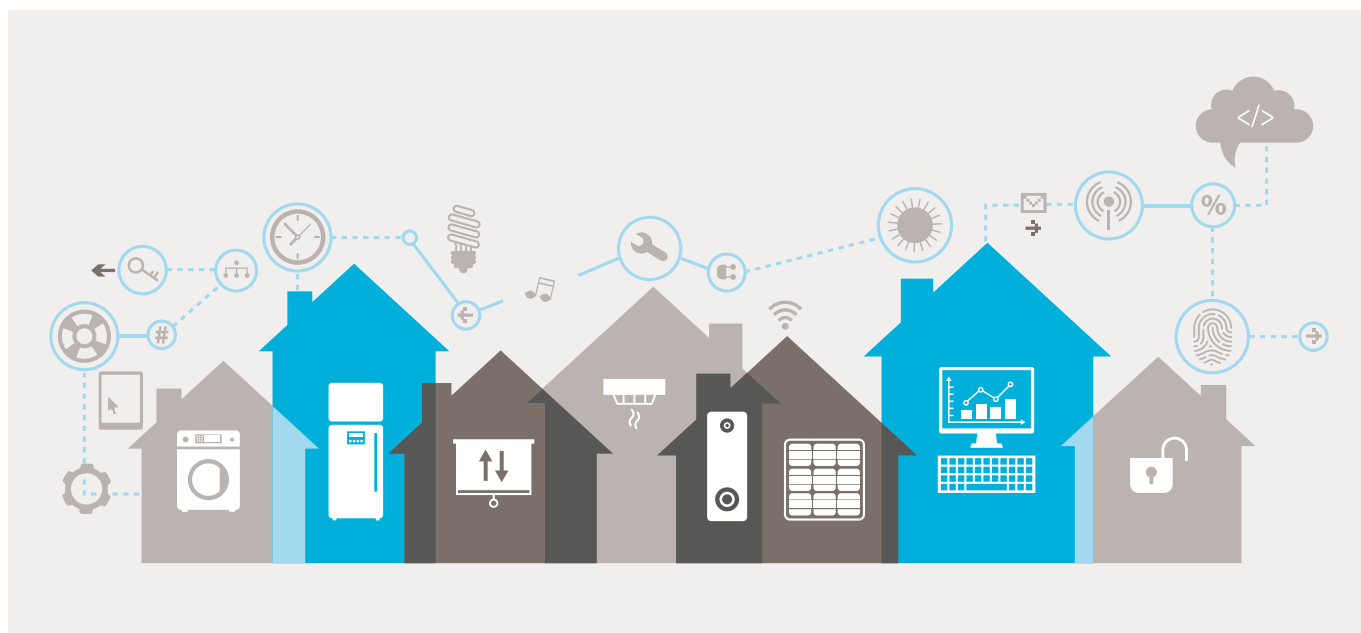
Forbrukeren blir viktigere. En sterk trend i Europa, som også treffer Norge og Norden, er at kraftforbrukerne går fra å være passive forbrukere til å bli aktive kunder. Dette ser vi gjennom blant annet bygging av smarte hus, utrulling av smarte målere og installasjon av solceller på taket og batterier i kjelleren. I vårt Lavutslippsscenario tror vi likevel at disse endringene vil bety mindre for husholdninger i Norge enn i de fleste andre land.

Det er fordi vi i Norge gjennomgående har små prisvariasjoner, lave kraftpriser, og samtidig et høyt kraftforbruk i husholdningene.

Smartere styring av energibruk og strømprising som reflekterer faktisk tilbud og etterspørsel, vil bidra til å aktivere forbrukerne. Når prisene i det underliggende kraftmarkedet time for time blir mer synlige, fungerer dette som styringssignal for adferd. Forbrukerne vil da ha et incentiv til å tilpasse sitt forbruk og produksjon med de faktiske behovene i kraftsystemet.

I flere europeiske land har man lagt regningen for subsidier til fornybarutbygging som en kostnad på strømregningen, sammen med andre avgifter (elavgift i Norge) og skatter (mva. i Norge). En husholdning som for eksempel legger solceller på taket, må i mange land ikke betale skatter og avgifter for det forbruket som dekkes av egenproduksjon. Disse husholdningene vil imidlertid også ha nytte av å være tilknyttet nettet, men betaler en uforholdsmessig liten del av kostnadene. Det medfører at øvrige kunder (som kanskje ikke har mulighet til å installere solceller), ikke bare må betale de samlede nettkostnadene, men også kostnadene for å subsidiere fornybarutbygging. Desto flere som produserer sin egen strøm, jo mer må øvrige kunder betale.

I Danmark ønsker man nå å redusere dette problemet ved å fjerne fornybarskatten på sluttbrukerprisen. Danmark har i tillegg nylig vedtatt en lov som fjerner unntak fra nettagifter for egenprodusert solkraft. Myndighetene har anslått at dette unntaket kunne utgjøre 4,9 milliarder danske kroner. Et annet tiltak for å gi riktige incentiver er å knytte nettkostnaden til maksbehovet for husholdningen (effekt) og at alle må



Figur 8: Kraftsystemene blir smartere og forbrukeren vil spille en viktigere rolle.

NORGE HAR ET ANNEN UTGANGSPUNKT ENN ANDRE EUROPEISKE LAND

Fornybar, *regulerbar* vannkraft er basisen for det norske kraftsystemet¹⁰. Evnen til å lagre store vannmengder gjør at vannkraftverk kan skrus av og på etter behov. Ingen annen type fornybar kraftproduksjon har slike fleksible egenskaper. I motsetning til dette kjennetegnes sol- og vindkraft ved at produksjonen varierer over tid og i liten grad kan planlegges. I Norge vil typisk kalde vinterdager med høyt forbruk, lite vind, lavt tilsig og lav solintensitet avgjøre behovet for reservekapasitet i systemet.

Historisk har det nordiske integrerte kraftmarkedet skapt store verdier ved å utveksle strømmen optimalt på tvers av landegrensene.

Blant annet har norsk fleksibel vannkraft koblet til et integrert nordisk kraftmarked gjort det mulig å utveksle kraft over døgnet mot omkringliggende termiske systemer, samt å importere og eksportere strøm i henholdsvis tørrår og våtår. Imidlertid ser vi nå tendenser til en ikke-optimal utveksling av strøm mellom naboland på grunn av lokale problemer. Som eksempel kan nevnes at bare 11% av kapasiteten mellom Danmark (Jylland) og Tyskland ble utnyttet i 2016. Dette gir suboptimale løsninger, reduserer fleksibiliteten og gir en dyrere omstilling til lavutslippssamfunnet. For å sikre optimal bruk av utvekslingskapasiteten mellom landene trengs klare rammer og avtaler mellom de store nettselskapene i Europa.

betale for den sikkerheten tilgang til nett gir. På den måten vil energipolitikken gi riktige insentiver og bidra til likere konkurranse mellom aktørene.

Kraftsystemene endres – Hva med Norge?

Energimarkedene i EU blir gradvis tettere integrert. I forbindelse med EUs energiunion i 2015 satte EU-Kommisjonen i gang et stort arbeid for å knytte energimarkedene i Europa sterkere sammen. Målet er en felles energipolitikk og integrerte energimarkeder i EU. Målene i energiunionen er fulgt opp gjennom et stort antall forslag til nytt og revidert regelverk. Den siste og største pakken fra Kommisjonen ble lagt frem i november 2016, og består av åtte forslag til rettsakter («vinterpakken»)⁹. Vinterpakken skal legge grunnlaget for oppfyllelsen av EUs 2030-mål både innenfor klima- og energipolitikken.

I praksis betyr dette at EU setter stadig mer av rammene for klima- og energipolitiske virkemidler i Norge, både gjennom EØS og med tettere fysisk integrerte markeder. En videreutvikling av energimarkedene i Europa med mer effektive markedsløsninger vil være positivt for Norge.

Samtidig er Norge i en helt annen situasjon enn de fleste andre land når det gjelder energimiks og forsyningssikkerhet.

På grunn av vannkraften har vi en fornybar kraftsektor som også er regulerbar og fleksibel. Det er kun 10 land i verden som er i en slik posisjon, og Norge har nesten like stor kraftproduksjon som disse andre til sammen. Vi forventer dessuten et økende nordisk kraftoverskudd mot 2040. Norges unike situasjon betyr også at utfordringene våre i energi- og klimapolitikken er til dels veldig ulike resten av Europa. Det innebærer at en del politiske tiltak som er fornuftige i resten av Europa, ikke nødvendigvis har samme effekten her.

I Norge handler ikke klimapolitikken om å avkarbonisere kraftsektoren, men om å ta i bruk vår fornybare kraft til å avkarbonisere de øvrige sektorene av økonomien. Nøkkelordet er elektrifisering, og de to viktigste sektorene er transport og industri. I rapporten Lavutslippsscenarioet 2016 skrev vi at et realistisk anslag for elektrifisering av transportsektoren vil gi rundt 7 MtCO₂ i reduserte utslipp. Det tilsvarer rundt 15% av de samlede norske utslippene og vil kreve rundt 9 TWh kraft. Dette er kraft vi allerede har i dag. Videre anslø vi et potensiale for ny industri på 6 TWh, noe som vil kunne bidra til 3 MtCO₂ i lavere utslipp globalt. Vi har kraften som skal til for å elektrifisere og kutte utslippene. Den er fornybar, fleksibel og regulerbar. Politikken bør legge til rette for å ta den enda bedre i bruk.

⁹ EU-landene (Rådet og Parlamentet) forhandler nå de åtte forslagene og man prøver å bli enige før nytt valg til EU-parlamentet i 2019. Deretter vil en evt. EØS-forhandlingsprosess begynne. <https://ec.europa.eu/energy/en/news/commission-proposes-new-rules-consumer-centred-clean-energy-transition>.

¹⁰ Norge har over 1500 vannkraftverk med en midlere årsproduksjon på 133 TWh (milliarder kilowattimer) og 1200 vannmagasiner.

Sektorer	Statkraft Lavutslipp- scenario (2017)	IEA New Policies scenario (2016)	Statoil Reform scenario (2017)	Greenpeace Energy Revolution scenario (2015)	IHS CERA Rivalry (2016)
Årlig vekst i primær energietterspørsel 2014-40 (primær)	0.6%	1.0%	0.6% (til 2050)	-0.1%	1.1%
<i>Transportsektor</i>					
Oljeandel (final, Mtoe, 2040)	67%	85%		49%	84%
% Elbil (LCV, EV+PHEV) av nybilsalg	55% i 2040	15% i 2040	~70% i 2040		42%
<i>Kraftsektor (Årlig vekst, TWh, 2014-2040):</i>					
Etterspørsel	2.4%	1.9%	1.3%	2.3%	2.3%
Vindkraft	11%	6.7%	6.6%	11.6%	7.2%
Solkraft	17%	9.8%	9.6%	16.5%	10.8%
Vannkraft	2.2%	1.8%	1%	0.9%	1.3%
Fossilandel i kraftsektor (TWh, 2040)	18%	52%		21%	58%
Oljeforbruk: årlig vekst 2014-40	-0.9%	0.4%	0.3% (til 2050)	-3.1%	0.7%
Gassforbruk: årlig vekst 2014-40	0.7%	1.5%	0.8% (til 2050)	-0.7%	1.8%
Kullforbruk: årlig vekst 2014-40	-2.7%	0.2%	-0.5% (til 2050)	-3.5%	0.3%
Globale energirelaterte CO ₂ -utslipp (GtCO ₂) i 2040	22.9	36.3	~31 (2050)	12.0	39.3

Tabell 1. Forutsetningene i Statkraft scenariet, sammenlignet med IEA, Statoil, IHS Cera og Greenpeace



Statkraft AS
Postboks 200 Lilleaker
0216 Oslo
Tel: +47 24 06 70 00
Fax: +47 24 06 70 01
Besøksadresse:
Lilleakerveien 6

Organisasjonsnummer:
Statkraft AS: 987 059 699

www.statkraft.com

For mer informasjon:
Pressetalsmann Knut Fjerdingsstad
knut.fjerdingsstad@statkraft.com