

Klimautfordringer i kraftsektoren frem mot 2100

Utredning utarbeidet for Regjeringens
klimatilpassingsutvalg av NVE

Hovedrapport

5
2010



OPPDRAGSRAPPORT A

Klimautfordringer i kraftsektoren frem mot 2100

Utredning utarbeidet for Regjeringens klimatilpassingsutvalg
av NVE

Hovedrapport

NVE

5. mars 2010

ISSN-1503-0318

Innhold

1. Klimautfordringer i kraftsektoren 2100	3
1.1 Sammenheng	3
1.2 Beskrivelse av energisystemet	3
1.3 Relevante klimaendringer	4
1.4 Klimaoppmerksomhet i bransjen	5
1.5 Dagens virkemidler for klimatilpassing	6
1.6 Mulige endringer i virkemidler	7
1.7 Videre arbeid.....	9
2. Innledning	10
2.1 Oversikt over rapporten	10
3. Energisystemet i Norge	11
3.1 Kraftsystemet	11
3.2 Tilgang på energi	11
3.3 Overføring.....	12
4 Hvordan kan klimaet påvirke kraftforsyningen?	14
4.1 Innledning	14
4.2 Vassdrag	14
4.3 Energitilførsel	16
4.4 Energidistribusjon og transmisjon.....	17
4.5 Energietterspørsel	19
5 Bransjens oppmerksomhet	20
6 Dagens virkemidler	22
6.1 Innledning	22
6.2 Vassdragslovgivningen	22
6.3 Kongsjøer - vannkraft.....	22
6.4 Kongsjøer - elektriske overføringsanlegg	25
6.5 Kongsjøer - vindkraft.....	25
6.6 Konsekvensutredninger.....	26
6.7 Spesielt om kraftnettet	26
6.8 Andre reguleringer	28
7 Tilpasningsbehov	30
7.1 Vassdragsforvaltning	30
7.2 Regulering av nettvirksomheten	32
7.3 Beredskap	33
7.4 Behov for forskning og utvikling	33
8 Kilder	35
Lover og forskrifter	36

1. Klimautfordringer i kraftsektoren 2100

1.1 Sammendrag

Stabil kraftforsyning er viktig for hele samfunnet. Det er særlig kraftforsyningsnettene med tilhørende anlegg som det er viktig å ha oppmerksomhet rundt når det gjelder sårbarhet og tilpassningsbehov knyttet til klimaendringer.

Kraftforsyningen har alltid vært dimensjonert for å tåle værmessige påkjenninger, samtidig som værpåkjenninger også er en betydelig årsak til de feil og avbrudd som skjer i distribusjons-, regional- og sentralnettet.

Det stilles krav gjennom konsesjonsbehandling og direkte regulering, og NVEs tilsyn følger opp at disse kravene etterleves. Kraftforsyningen tilpasser seg kontinuerlig og gradvis til endrede værpåkjenninger. Det er samtidig behov for bedre kunnskap om bestemte utfordringer og nærmere vurdering av hvilke tilpassningsbehov dette medfører.

1.2 Beskrivelse av energisystemet

Kraftforsyningen kan i grove trekk struktureres i to hovedfunksjoner. Den første er produktet energi (elektrisitet). Dette kan sammenlignes med andre varer og tjenester i samfunnet, slik som drikkevann, helsetjeneste og teletjeneste. Den andre hoveddelen består av den fysiske infrastrukturen som produserer og distribuerer elektrisk kraft til sluttbrukerne. Eksempler på det siste er demninger, kraftstasjoner, transformatorer og kraftlinjer. Det norske kraftsystemet er i all hovedsak et vannkraftbasert system, supplert med noe vindenergi, naturgass og annen termisk energi.

I starten var den norske kraftforsyningen bygd opp med mange lokale forsyningsområder. Etter hvert ble disse nettene koblet sammen i større og mer komplekse nettverk. Ved lokale feil kunne man hente elektrisitet fra andre produksjonsområder. I dag har vi et sammenhengende hovednett nasjonalt som igjen er knyttet sammen i det nordiske og europeiske kraftsystemet.

Selskap som får konsesjon til å eie og drifte anlegg innen kraftforsyningen må sikre seg at grunnleggende sikkerhetskrav er tilfredsstillende i forbindelse med bygging, idriftssetting og løpende drift.

Forsyningssikkerhet har bestandig vært et grunnleggende krav for kraftforsyningen. Det er en forutsetning at kraftforsyningen også skal fungere under ekstreme værmessige påkjenninger, selv om det er vanskelig å gardere seg helt mot alle typer situasjoner. Ved skader og havarier stilles det krav til at selskapene raskt skal kunne gjenopprette normal forsyning igjen.

Om lag 50 prosent av all ikke-levert energi (ILE) i distribusjonsnettene, og i underkant av 40 prosent i regional- og sentralnettet, skyldes værpåkjenninger og lignende. Av dette kan mye tilbakeføres til vegetasjon/trefall, lyn, vind og ising. Hvis man ikke gjør noe med systemet slik det er i dag vil sårbarheten kunne øke, dersom klimaet endrer seg slik som fremskrivingene av ulike klimascenarier indikerer. Denne økte sårbarheten vil kunne reduseres dersom det tas høyde for økte klimapåkjenninger ved fremtidige utbygginger og oppgraderinger av eksisterende anlegg og i løpende vedlikehold.

Virksomheter som er kritisk avhengig av kontinuerlig kraftforsyning må uansett sikre seg med en egenberedskap (nødstrøm) slik at avbrudd ikke resulterer i uønskede konsekvenser. Våre erfaringer tilsier at det er en utfordring i å få tilstrekkelig bevissthet og motivasjon til å gjennomføre slike beredskapstiltak. I den grad den enkelte forbruker også sikrer seg et visst minimum av egenberedskap i form av alternative energikilder vil samfunnets

robusthet øke. Man kan anta at teknologiske nyvinninger i perioden frem mot år 2100 også vil kunne bidra til denne økte robustheten.

1.3 Relevante klimaendringer

Klimarelaterte hendelser er allerede i dag en viktig årsak til de feil og avbrudd som skjer innen kraftforsyningen. Uten fysiske tilpassinger vil energiselskapene trolig få økte utfordringer i takt med endringer i klimaet. Dette vil være viktig å følge opp for NVE.

Basert på de tilgjengelige klimascenario kan vi ikke se at bransjen som helhet vil få klimautfordringer som vi ikke allerede er godt kjent med, utover konsekvenser knyttet til havnivåstigning og stormflo. Endringene for kraftforsyningen vil være i stor grad av kvantitativ art, med en økning av frekvensen av hendelser, styrke/intensitet og at utfordringer knyttet til værmessige påkjenninger vil forflytte seg geografisk. Det må gis oppmerksomhet til at ekstreme værforhold kan opptre på andre steder enn det man har erfaring med fra tidligere. På disse nye ”problemstedene” er ikke nødvendigvis alle installasjonene rustet til å håndtere økte klimabelastninger uten tilpassingstiltak.

Kraftforsyningens sårbarhet er i tillegg sterkt knyttet til klimasårbarhet hos andre samfunnssektorer, slik som vei og tele. For eksempel vil svekket fremkommelighet under og etter uvær også påvirke kraftforsyningens evne til å reparere feil i egne system. Dette tilsier behov for samvirke med andre lokale, regionale og nasjonale virksomheter – noe blant annet NVE har tatt initiativ til gjennom felles regionale beredskapsøvelser for samordnet reparasjonsberedskap.

Nedenfor følger en stikkordsmessig beskrivelse av ulike effekter og mulige konsekvenser basert på klimafremskrivninger for perioden frem mot 2100. Effektene og mulige konsekvenser er knyttet til ekstreme værhendelser. Mange av disse forholdene gjelder utfordringer som bransjen allerede er kjent med. Tilleggsutfordringer vil være at andre deler av de fysiske installasjoner kan bli mer berørt enn de som er mest utsatt i dag og at ekstremværlastene kan bli større.

Temperaturøkning	<ul style="list-style-type: none"> • Endringer i energiforbruk. Mildere vintre og varmere sommere vil kunne jevne ut forbruket over året i forhold til i dag • Veksling mellom fryse/tine, frostsprenging, øket forvitring på betong og steinkonstruksjoner og en geografisk forflytning av hvilke områder som vil kunne bli mest utsatte • Ising/snø på linjer • Linjesig ved høye sommertemperaturer
Nedbør og Skred	<ul style="list-style-type: none"> • Flom som medfører at utsatte kraftforsyningsanlegg kan bli satt under vann • Muligheter for økt tilsig – som igjen kan gi økt potensial for produksjon • Mer intens nedbør vil bidra til endringer i skredfrekvenser, og gi skred i andre områder enn hva vi er vant til med dagens klima
Tørke	<ul style="list-style-type: none"> • Tørkeperioder og økende skogbrannfare • Skogbranner medfører risiko for nettet i området
Grunnforhold	<ul style="list-style-type: none"> • Mindre tele i bakken, svekket stabilitet til for eksempel mastepunkt og skog ved kraftig vind • Mer fukt og perioder med langvarig tørke kan skape bevegelser i grunnen. Dette vil forårsake press på rør og kabler som ligger nedgravd i bakken, noe som igjen kan påvirke livslengde og vedlikeholdsbehov på kabler og rør

Vind	<ul style="list-style-type: none"> • Mulighet for økning av dager med ekstremvind med påfølgende muligheter for å skade nett og bygninger. • Dersom klimaendringen også gir dreining av rådende vindretninger vil dette kunne by på utfordringer på linjestrek og bygninger som i dag ikke er spesielt utsatt for vind.
Luftfuktighet	<ul style="list-style-type: none"> • Kombinasjonen økt luftfuktighet og økt temperatur kan gi økende problem med råte i treverk (stolper, bygninger), samt akselerere saltkrystallisering i murkonstruksjoner og trevirke
Salt og forurensning	<ul style="list-style-type: none"> • Mulig økt problem med nedslag av salt og dermed økt risikoen for overslag knyttet til saltbelegg på isolatorer og gjennomføringer
Stormflo	<ul style="list-style-type: none"> • Havflommer (stormflo, springflo) – vil gi utfordringer knyttet til lavtliggende kraftforsyningsanlegg
Lyn og torden	<ul style="list-style-type: none"> • Økt temperatur, fuktighet og uværsfrekvens – mulig effekt på lynaktivitet. Lyn er en betydelig årsak til avbrudd i dag
Vegetasjon	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatur og fukt vil gi økt vegetasjonstilvekst. Mulig økt utfordring knyttet til at linjer og vegetasjon kommer i berøring, med mindre man holder vegetasjonen på god avstand. Dette vil kunne påvirke forsynings sikkerheten. • Vegetasjonstilvekst øker i tillegg mengde brennbart materiale og dermed skadeomfanget i forbindelse med evt. skogbrann.
Sammenfall	<ul style="list-style-type: none"> • Kombinasjon av ulike værhendelser samtidig, som bidrar til utfall - f.eks. snøfall og vind • Økt utfordringer for kraftforsynings reparasjonsberedskap når andre infrastrukturer blir berørt samtidig. Ekstremvær kan gi problemer med å komme frem og dermed gi lange avbrudd som følge av vanskelige arbeidsforhold for de som skal reparere skader

1.4 Klimaoppmerksomhet i bransjen

NVE oppfatter at å ta hensyn til klimapåkjenninger er en integrert og viktig del av energiselskapenes risikostyring. Samtidig er endrede klimapåkjenninger med aktuelle tilpassningsbehov noe som vil kreve betydelig oppmerksomhet fremover. Ikke minst fordi planlegging og utbygging av nettforsterkninger har et langsiktig tidsperspektiv og betinger robusthet i forhold til endrede rammebetingelser.

En undersøkelse i regi av NVE i 2009 bekrefter at klimatilpassning er på dagsorden hos energiselskapene. Likevel antydes det variasjoner mellom selskapene, og NVE anser at det generelt er behov for:

- Å øke bevisstheten om aktuelle fremtidige klimaendringer
- Å kartlegge og ha oversikt over egen sektors klimautfordringer, tilpassingsbehov og -takt
- Å etablere bedre samvirke mellom Forvaltningen, FoU-kompetansemiljøene og bransjen, slik at "klima-risikokartene" blir mest mulig operasjonelt nyttige for energiselskapene
- Å forsterke NVEs oppfølging av energiselskapenes arbeid med egne risikovurderinger
- Å forsterke NVEs oppfølging av energiselskapenes arbeid med tilpassingsplaner

Disse oppmerksomhetsområdene vil være viktige føringer for NVEs videre arbeid i forhold til kompetanseformidling, rådgivning og tilsyn.

1.5 Dagens virkemidler for klimatilpassing

NVE rår over en rekke virkemidler for å sikre at kraftforsyningsinfrastrukturen dimensjoneres for relevant værbelastning. Disse virkemidlene anses også som tilstrekkelige for å sørge for at det blir tatt høyde for fremtidige endringer i klimaet. Grovt sett kan virkemidlene deles inn i direkte regulering, økonomisk regulering, tilsyn og informasjonsarbeid.

Innenfor den direkte reguleringen, er konsesjonsbehandlingen et viktig instrument for å sikre god tilpassing. Denne baseres på flere lover, bl.a. energiloven, vannressursloven, vassdragsreguleringsloven og industrikonsesjonsloven.

NVE er delegert myndighet til å treffe vedtak om å bygge, eie og drive elektriske anlegg, herunder kraftledninger og transformatorstasjoner dersom dette er samfunnsmessig rasjonelt. Energiloven gir konsesjonsmyndigheten en svært vid adgang til å sette vilkår så lenge det er en saklig sammenheng mellom vilkår og konsesjonspliktig tiltak. I NVEs konsesjonsbehandling skal det tas hensyn til forsyningssikkerhet, som ofte også er en begrunnelse for søknader om reinvestering og oppgradering. Store deler av nettet ble bygget på 1960-, 70- og 80-tallet. Levetiden for anleggene tilsier at det fremover er behov for store reinvesteringer og oppgraderinger. Her vil klimatilpassing bli et sentralt tema. Kraftledninger skal dimensjoneres for å tåle forventede laster i ulike typer ekstremvær. Sikker drift og vedlikehold under alle værforhold er et annet hensyn som søkes ivaretatt under planleggingen. Valg av trasé er viktig både i forhold til å redusere klimapåkjenninger, og lette egenkontroll og vedlikehold. NVE vil forvente at nettselskapene legger større vekt på klimaundersøkelser i planleggingen sin.

Gjennom konsesjonsbehandlingen av vannkraftanlegg kan det stilles vilkår for driften av vassdraget samt gjennomføring av tiltak for å redusere risikoen for skader som følge av økt flom, erosjon, havstiging m.m. I forbindelse med konsesjonsbehandlingen blir det ofte pålagt konsekvensutredninger. NVE har stor frihet til å avgjøre hva som skal utredes i den enkelte sak, og klimapåkjenninger vil her være sentralt. Når et anlegg får konsesjon må det forholde seg til konkrete konsesjonsvilkår som også kan inneholde krav om tilsyn og kontroll. Etter en viss tid, normalt etter 30 år, kan konsesjonene revideres, og vilkårene endres i lys av ny informasjon/kunnskap.

Den økonomiske reguleringen gjelder nettselskapene. For å forhindre at nettselskapene utnytter sin monopolsituasjon gis de gjennom den økonomiske reguleringen bedriftsøkonomiske insentiver til å opptre samfunnsøkonomisk rasjonelt. Den økonomiske reguleringen legger til grunn at nettselskapene oppfyller de krav og vilkår som følger av den direkte reguleringen. Tilsyn av nettvirksomheten er nødvendig for å sikre at selskapene etterlever den direkte reguleringen. Brudd på lover, forskrifter og konsesjonsvilkår må sanksjoneres ved hjelp av hensiktsmessige virkemidler. Eksempler på dette er pålegg om retting, overtredelsesgebyr, tvangsmulkt og anmeldelse. Samspillet mellom den økonomiske reguleringen og øvrige direktereguleringer er særlig viktig for å gi selskapene riktige investeringsinsentiver. Det er imidlertid pliktene gjennom den direkte reguleringen som i all hovedsak styrer investeringene til nettselskapene. Nettselskapene kan ikke unnlate å gjøre investeringer selv om enkelte investeringer oppleves å være ulønnsomme for selskapet.

Det er krevende å ha god informasjon om alle forhold som bør tas hensyn til ved planlegging og drift av kraftsystemet. For å bedre informasjonstilgangen er nettselskapene pålagt å gjennomføre kraftsystemutredninger (KSU). Formålet med utredningene er å tilrettelegge for samordning av planleggingen mellom produksjon og nett, og mellom konsesjonsområdene.

Et viktig anliggende med KSUene er scenariobeskrivelser hvor man vurderer mulige utvikling i produksjon, forbruksetter spørsmål og nettkapasitet frem i tid. Bruken av scenariometodikken skal sikre at viktige samfunnsdrivere inkluderes i kraftsystemplanleggingen. Herunder vil det være behov for å inkludere mulige klimavirkninger som viktige variabler for fremtidige utredninger.

Beredskapsarbeidet innen kraftforsyningen bygger legalt primært på energiloven, energilovforskriften og forskrift om beredskap i kraftforsyningen (beredskapsforskriften). NVE har som beredskapsmyndighet ansvaret for å samordne kraftforsyningens beredskapsplanlegging og lede kraftforsyningen i ekstraordinære situasjoner. Kraftforsyningen skal effektivt kunne forebygge og håndtere ulike typer krisesituasjoner. I dette ligger at det så langt som mulig skal kunne opprettholdes en normal kraftforsyning og at skader på liv, helse, og eiendom skal unngås. For disse formål skal kraftforsyningens ulike enheter også drive forebyggende virksomhet i form av bl.a. nødvendig beredskapsplanlegging og gjennomføring av sikringstiltak for å redusere frekvens og/eller konsekvens av mulige hendelser. Energilovens virkeområde i forhold til kraftforsyningen omfatter både naturgitt skade, teknisk svikt og bevisst skadeverk.

Sikkerhetskrav til dammer er hjemlet i vannressursloven, vassdragsreguleringsloven, industrikonsesjonsloven og energiloven. Damsikkerhetsforskriften konkretiserer kravene til dammene og deres eiere.

Damsikkerhetsforskriften favner alle dammer som kan innbære en risiko for skade på tredjeperson. Mange dammer er underlagt kontroll og tilsyn både etter forskrift og i konsesjonsvilkår. Det er ca 1675 kraftverksdammer i Norge, hvorav ca 750 hvor dambrudd kan innebære fare for menneskeliv. Dammer dimensjoneres og kontrolleres for forskjellige laster (påkjenninger) deriblant såkalte normale laster forårsaket av normale klimavariasjoner og unormale laster på grunn av sjeldne/ekstreme hendelser. Mange av lastene er forårsaket av klimapåkjenninger i form av nedbør, temperatur og vind. Lastene er i form av flomvannstand/flomvannføring, poretrykk, istrykk/telemetrykk og bølgepåkjenning. De sjeldne/ekstreme hendelsene som utløser unormale laster kan være skred mot dam eller ned i magasin.

I henhold til energilovforskriften er det et vilkår for konsesjon på elektriske anlegg at den som får konsesjon til enhver tid plikter å holde anlegget i tilfredsstillende driftssikker stand, herunder sørge for vedlikehold og modernisering som sikrer en tilfredsstillende leveringskvalitet. Tilnærmet samme krav tilligger de som har konsesjon for fjernvarmeanlegg.

De krav og forventninger som er nedfelt i lover og forskrifter synes å gi tilfredsstillende hjemmelsgrunnlag for en kontinuerlig tilpassing av sektoren i forhold til de klimautfordringer vi når ser for norsk kraftforsyning. For NVE som tilsynsmyndighet vil det være viktig å påse at bransjen setter seg inn i og etterlever regelverket. NVEs tilsynsvirksomhet har økt og er økende, og klimatilpassing vektlegges i økende grad.

1.6 Mulige endringer i virkemidler

NVE ser i utgangspunktet ikke at det er nødvendig med nye juridiske virkemidler utover de eksisterende. Det mest sentrale er å framskaffe god nok kunnskap om forventede klimaendringer for å kunne utforme krav i konsesjonsprosesser og andre sammenhenger. NVE stiller allerede i dag strenge krav til konsekvensutredninger, men vil gi økt oppmerksomhet på klimaendringer i forhold til selskapers konsesjonssøknader, konsekvensutredninger og kraftsystemutredninger.

Investeringskostnadene ved å bygge kraftforsyningsanlegg er høye og muligheten for å gjøre bygningstekniske eller arealmessige endringer i ettertid er både vanskelig og kostnadsdrivende. Derfor må tilpassingsbehov vurderes allerede i planfasen. Det vil alltid være et dilemma hvilket klimascenario man skal legge til grunn for planlegging og tilpassing. Klimatilpassing handler på mange måter om å ta høyde for usikkerhet, og det vil være viktig at vurderinger rundt aktuelle klimaendringer innarbeides i alle planer, prosesser og vurdering av fysiske anlegg som på kort eller lang sikt kan bli påvirket av endringer i klima.

Videreutvikling av tekniske normer for anlegg vil også være sentralt. På enkelte områder er det etablert normkomiteer (standardiseringskomiteer) for utarbeidelse av sikkerhetskrav som skal være gjeldende for ulike komponenter og konstruksjoner. Som myndighet vil det være å påvirke dette arbeidet slik at myndighetskravene blir godt dekket innenfor disse normene.

Generelt har NVE behov for bedre kunnskap om fremtidens klima og hvordan det kan påvirke kraftforsyningen. Rent konkret ser vi behov for nærmere risiko- og sårbarhetsvurderinger og forskning på mulige direkte og indirekte konsekvenser for kraftforsyningen for best mulig å kunne gi råd til kraftforsyningen om tilpassingstiltak. Stikkordsmessig kan man liste noen av de viktigste på kort sikt slik:

1. Behov for å kartlegge klimaendringers mulige effekt på lynfrekvens og hvilke områder som kan være mest utsatt
2. Hvordan havnivåstigning og stormflo evt kan påvirke kraftinstallasjoner
3. Hvordan isingsforhold vil utarte seg med fremtidens klima
4. Skogrydding i forbindelse med linjetraseer, hvor vokser det/vil det vokse, hvilken type skog, hva vil det si for bredden på ryddegater, evt målkonflikter knyttet til skogsdrift
5. Endringer i vedlikeholdsbehov (på grunn av bl.a. saltkrystallisering, forvitring, slaggregn), og om dette vil det påvirke hvordan og hvor vi bygger
6. Samspill med andre infrastrukturområder (slik som vei og tele), viktig å synliggjøre sektorovergrepene utfordringer som må tas hensyn til i samfunnsplanleggingen
7. Mulige konsekvenser ved nytt flom- og skredregime og utfordringer for kraftforsyningsinstallasjoner i og ved regulerte og uregulerte vassdrag, samt skredutsatte områder
8. Hvor er oppmerksomhetsområdene knyttet til klimalaster, behov for å bryte ned "klimakart" til regionale/lokale kart for best mulig beslutningsgrunnlag
9. Hvordan vind og vindretninger kan påvirke kraftforsyningsinstallasjoner

1.7 Videre arbeid

NVE jobber med å få på plass en egen klimatilpassingsstrategi for alle fagområder under direktoratets ansvarsområde. Denne strategien vil tentativt være på plass i løpet av 2010. NVE vil i de kommende år ta initiativ til en rekke utredninger for å avdekke særskilte forhold knyttet til klimaendringer.

På energiområdet vil NVE i de kommende år se grundig på klimaendringers effekt på energisektoren som helhet og søke et samspill med ulike deler av forvaltningen, forskningen og bransjen for å innhente kunnskap om tilpassingsbehov for kraftbransjen, gi råd og formidle forventninger til kraftsektoren.

Arbeidet vil være konsentrert om:

1. Tydeligere krav til å utrede mulige effekter av klimaendring og ta hensyn til dette gjennom konsesjonsprosessen, konsekvensutredninger og i kraftsystemutredninger.
2. Tydeligere formidle krav i regelverk og bruke tilsynet til å bevisstgjøre om myndighetenes forventninger til klimatilpassing på eksisterende og nye anlegg
3. Oppfølging av selskapenes reparasjonsberedskap, samt initiere beredskapssamarbeid med andre sektorer
4. Behov for å vurdere kraftforsyningsens risiko og sårbarhet i forhold til en rekke tema, slik som lyn, flom, stormflo, ising, skogrydding, skred m.fl
5. Behov for å synliggjøre regionale utfordringer basert på fremskriving av klimascenario i den grad dette er mulig.

2. Innledning

Denne rapporten er et innspill til en Norsk Offentlig Utredning (NOU) om klimatilpassing. Rapporten er levert i mars 2010.

Rapporten er i sin helhet utarbeidet internt i NVE, og arbeidet har vært ledet av Roger Steen. Øvrige bidragsytere har vært Svein Olav Arnesen, Håvard Hammaberg, Carsten Stig Jensen, Ingvild Vaggen Malvik, Kjell Molkersrød, Jan Sørensen.

Gruppen har forholdt seg til en styringsgruppe bestående av Marit Lundteigen Fossdal, direktør for energiavdelingen, og Rune Flatby, direktør for konsesjonsavdelingen, Arthur Gjengstø, leder av beredskapsseksjonen og Torodd Jensen, leder av ressursseksjonen.

2.1 Oversikt over rapporten

Et sammendrag finnes i kapittel 1. Dette er et forslag til omtale av energisektorens klimautfordringer til NOU-utvalgets hovedrapport.

Rapporten beskriver det norske energisystemet (kapittel 3) og hvilket arbeid myndighetene og norske energibedrifter driver for å ta høyde for klimaendringer (kapittel 5).

Videre beskrives mulige negative effekter på de ulike komponentene i energiforsyningen (kapittel 4), og hvilke virkemidler myndighetene rår over får å sørge for at aktørene planlegger med mulige klimaendringer (kapittel 6).

I kapittel 7 drøftes det hvilke virkemidler som kreves for å sørge for at vi planlegger best mulig, samt hvilken kunnskap vi trenger for å sørge for et best mulig beslutningsunderlag.

De generelle naturvitenskapelige drøftelsene av klimaendringer er forutsatt omtalt andre steder i NOU-arbeidet, og er bare tatt til orientering i denne rapporten.

3. Energisystemet i Norge

Det norske energisystemet utnytter både fornybare og ikke-fornybare ressurser. Bruksenergien leveres i form av elektrisitet, varme og brensler. Disse energibærerne stammer fra både fornybare og fossile kilder.

De sentrale energiressursene i det norske energisystemet er i all hovedsak vannkraft. Bioenergi, naturgass og råolje er også representert, mens vind og sol representerer betydelige ressurser, men utnyttes foreløpig i liten grad.

Et spesielt trekk ved det norske energisystemet er at vi har et høyt energiforbruk per innbygger, spesielt i form av elektrisitet. I følge IEA var det gjennomsnittlige elektrisitetsforbruket i OECD-landene i 2008 på 8477 kWh/innbygger, mens tallet for Norge er ca. 25 000 kWh/innbygger¹. Dette har både klimatiske, ressursmessige økonomiske, næringsmessige, politiske og historiske grunner.

Denne rapporten fokuserer i all hovedsak på kraftsystemet, på grunn av NVEs kompetanseområde og tradisjonelle fokus. Det er forutsatt at andre elementer ved energiforsyningen er ivaretatt i andre sektorutredninger.

3.1 Kraftsystemet

Kraftsystemet kan i grove trekk struktureres i to hovedfunksjoner, salgsvare og infrastruktur. Den første er produktet energi, som omsettes i kraftmarkedet. Den andre hoveddelen består av den fysiske infrastrukturen, hvor det produseres og distribueres elektrisk kraft til sluttbrukerne. Eksempler på det siste er demninger, kraftstasjoner, transformatorer og kraftlinjer. Det norske kraftsystemet er i all hovedsak er vannkraftbasert system, supplert med noe vindenergi, naturgass og annen termisk energi.

I starten var den norske kraftforsyningen bygd opp med mange lokale forsyningsområder. Etter hvert ble disse nettene koblet sammen i større og mer komplekse nettverk. I dag har vi et sammenhengende hovednett nasjonalt som igjen er knyttet sammen i det nordiske kraftsystemet med forbindelser videre ut til andre land i Europa.

Statnett SF har fått tildelt ansvaret for å sikre den momentane balansen mellom den samlede produksjonen og den samlede forbruken av kraft i Norge, og dermed opprettholde en tilfredsstillende leveringskvalitet i hele landet. Utviklingen videre går nå mot en mer integrert kraftforsyning i Europa. I Norden er dette allerede et faktum, gjennom en felles nordisk kraftbørs som setter priser i hele det nordiske markedet. De nasjonale systemoperatørene har imidlertid fremdeles ansvaret for frekvens og leveringskvalitet.²

3.2 Tilgang på energi

Vannkraftverkene står for hoveddelen av den norske kraftproduksjonen. Forventet årlig produksjon fra eksisterende vannkraftverk er 122,7 TWh. Elektrisitet genereres også i vindparker og gasskraftverk, men per i dag i begrenset omfang. Det er foreløpig mindre enn en prosent av elektrisiteten i Norge som produseres i vindkraftanlegg, mens gasskraftverket på Kårstø produserer varierende mengder elektrisitet avhengig av markedsforholdene. I teorien kan dette gasskraftverket produsere 3,5 TWh årlig.

¹ IEA (2009)

² Forsvarets forskningsinstitutt (2001)

Ved, avlut og avfall er ulike former for bioenergi som tilføres energisystemet. En del av dette foredles til ulike typer biobrensel som pellets, brikker eller flis. Biobrensel kan nyttes til produksjon av varme for å dekke oppvarmingsbehov i boliger, forretningsbygg og produksjonslokaler. En betydelig mengde avfall brennes i store sentrale forbrenningsanlegg, og distribueres som fjernvarme til husholdninger og tjenesteytende sektor. Det benyttes også en del biobrensel i industrien, spesielt innen treforedling. Husholdningene bruker i stadig økende grad ved og pellets til oppvarming.

Råolje tilføres Norge fra Nordsjøen og Norskehavet. Før den kan benyttes gjennomgår råoljen en raffinering. I denne prosessen fremstilles petroleumprodukter som lett fyringsolje, tungolje, autodiesel og bensin. Petroleumprodukter benyttes i første rekke i transportsektoren, men det benyttes også fyringsolje i husholdninger og tjenesteytende sektor, samt i industrien.

Naturgass føres i land på fem steder i Norge: Kårstø, Kollsnes, Nyhamna, Tjeldbergodden og Hammerfest. I tilknytning til anlegget i Hammerfest er det etablert anlegg som gjør naturgass flytende, i første rekke som LNG (Liquefied Natural Gas), slik at det er enklere å transportere gassen i bulk. Gassen fra Kårstø, Kollsnes og Nyhamna eksporteres hovedsakelig som tørrgass etter prosessering, mens det på Tjeldbergodden produseres metanol av gassen. Naturgass benyttes i første rekke i industrien, men også som brensel i gasskraftverk for produksjon av elektrisitet.

I raffineringprosessen benyttes energi for å destillere råolje til de ulike petroleumprodukter. Dette utgjør en del av energibruk i energisektoren. Øvrig forbruk i energisektoren er i første rekke knyttet til bruk av naturgass offshore.

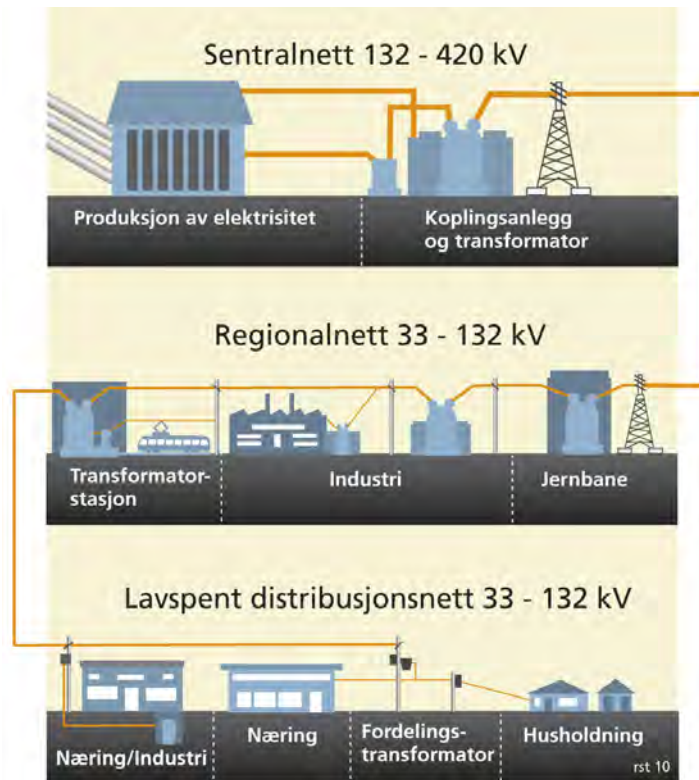
Kull og koks benyttes i dag nesten utelukkende i industrien, og da i første rekke i kraftintensiv industri.

3.3 Overføring

Infrastruktur for energi er nødvendig for å koble sammen produksjon og forbruk. De ulike nettene må dimensjoneres for å tåle ytre miljøbelastninger og overføring av etterspurt mengde energi med en spesifisert kvalitet.

Energi kan transporteres i faste installasjoner som ledninger og rør, men kan også transporteres på veier, jernbane og hav. I denne rapporten omtales ikke annen energitransport enn lednings- og rørbasert.

Elektrisitetsnettets utbredelse omfatter så godt som hele landet, og er den dominerende infrastrukturen. Energien transporteres og omformes gjennom flere tekniske anlegg fra produksjon til sluttbruker. Kjeden er skjematisk illustrert i Figur 1.



Figur 1 Sentral-, regional- og distribusjonsnett for elektrisitet. Kilde: NVE

Fjernvarmenett er i første rekke etablert i de større byene, men det finnes også mange mindre anlegg rundt om i Norge. Distribusjonsnett for naturgass finnes i Haugesundområdet og Stavanger-regionen.

4 Hvordan kan klimaet påvirke kraftforsyningen?

4.1 Innledning

Forsyningssikkerhet har bestandig vært et grunnleggende krav for kraftforsyningen. Det er en forutsetning at kraftforsyningen også skal fungere under ekstraordinære værforhold. Ved skader og havarier stilles det krav til at selskapene raskt skal kunne gjenopprette normal forsyning igjen.

I kapittel 1.3 er det beskrevet en rekke ulike effekter og mulige konsekvenser basert på klimafremskrivninger for perioden frem mot 2100 som på ulike måter kan representere utfordringer for kraftforsyningen. I det følgende beskrives noe mer inngående hvordan klimaendringer kan påvirke de ulike delene av det norske energisystemet. På grunn av vassdragenes særskilte stilling som dominerende i kraftforsyningen er disse omtalt separat.

4.2 Vassdrag

Flommer skyldes snøsmelting, langvarig eller lokale høyintense regnvær eller en kombinasjon av snøsmelting og regn. Flomstørrelsen er avhengig av nedbørfeltets flomdempende egenskaper og av initialtilstanden i feltet, det vil si forekomst av snø, markvanns- og grunnvannsinhold og om bakken er frosset. Store flommer inntreffer når flere faktorer virker sammen. Store snømengder eller sterkt regnvær fører derfor ikke nødvendigvis til flom.

Skader som følge av flom og skred påfører samfunnet betydelige kostnader. Data fra Statens Landbruksforvaltning fra 1996-2005 viser at for hele landet sammenlagt er flom den største skadeårsaken med høyest skadetakst, fulgt av jord- og leirskred og storm og stormflo. Til sammen utgjør disse kategoriene over 90 prosent av samlet skadetakst i perioden 1996-2005. Andre skadeårsaker er isgang, snøskred, steinskred og "annen årsak" (Cicero 2007).

Sideelver som bryter ut av sitt normale løp er en viktig skadeårsak i flomsituasjoner. Skadepotensialet er spesielt stort når elver går gjennom tettsteder og byggefelt. Mange norske byggefelt er anlagt på rasvifter rundt småelver og på dalfyllinger i leirjordsområder.

Regnflom i urbane strøk er årsak til de største årlige skadene forårsaket av flom. Skadepotensialet er særlig stort i områder hvor årsnedbøren er lav og elver og bekker ikke er tilpasset slike vannføringer som regnskylle forårsaker.

Klimascenarioene tyder på at vårflommene blir redusert som følge av flere mildværsperioder om vinteren og dermed mindre snømengder enn før. Snøsmelteflommene vil komme tidligere enn før og sene høstflommer blir vanligere, likeså vinterflommer. Lokale regnskylt med påfølgende skadeflokker kan bli vanligere, særlig i innlandet. Med økt nedbør vil regnflommene øke også langs kysten. Isgang i elver kan forekomme som følge av mildværsperioder på vinteren. Økt smelting på isbreene vil føre til betydelig økt sommervannføring i breelvene. Det forventes å bli stor variasjon fra år til år.

Utslaget av klimaendringer på flomforhold vil avhenge av om vassdraget er regulert eller uregulert. Reguleringer innebærer bruk av magasiner og overføringer for å utjevne tappingen over året. Dette medfører normalt en reduksjon av flommene og en heving av lavvannsføringene. I sterkt regulerte vassdrag er flomvannføringene redusert i de fleste år sammenliknet med naturtilstanden, men reduksjonen er minst for de største flommene, spesielt de hvor volumet av smeltevann fra snøen og regnvær er størst.

I NOU 2006:6 *Når sikkerheten er viktigst* peker Infrastrukturutvalget på klimaendringer og naturkatastrofer som sikkerhetsutfordringer. Av kapittel 4.2.1 fremgår: "Med store mengder nedbør over kort tid er det fare for at

dagens damanlegg må dimensjoneres opp i forhold til hva konstruksjonene er beregnet for. Demninger og oppdemningsanlegg kan særlig skades i flomsituasjoner.”

Eksempler på hvilke konsekvenser man kan se i regulerte vassdrag er:

- Større dimensjonerende flommer kan resultere i behov for ombygging av flomløp, forhøyelse/forsterking av dammer eller etablering av flomdempningsmagasin.
- Større og hyppigere flommer kan resultere i mer drivgods med fare for tilstopping av flomløp.
- Økt nedbør og flere intense nedbørepisoder øker faren for ras mot dam og i magasin. Ras ned i magasin kan forårsake så store bølger at det er fare for overtopping av dammer.
- Større snømengder i høyereliggende områder kan gi pakking av snø i lukkede flomløp ("badekar") som kan forårsake problemer med flomavledning ved flommer tidlig på året.
- Høyere gjennomsnittstemperaturer kan fremskynde kjemiske nedbrytingsprosesser i materialer, for eksempel alkalireaksjoner i betong.
- Sterkere og hyppigere oppvarming av isflater på vann kan gi høyere og hyppigere dimensjonerende istrykk mot damkonstruksjonene.
- Hyppigere perioder med temperatur rundt 0 grader vil innbære flere fryse-/tinesykluser med økt forvitring/nedbryting av betong- og steinmaterialer og vil dermed kunne korte ned levetiden på materialene.
- Eventuelle sterkere og hyppigere stormer kan gi større bølgepåkjenninger og problemer med kommunikasjon/adkomst på enkelte damanlegg.
- Økt temperatur, fuktighet og uværsfrekvens kan påvirke lynfrekvensen og gi økt fare for utfall av strømforsyning til lukemanøvrering og til kontroll- og overvåkingssystemer.
- Forskyvning av avrenningsmønster og spesielt flomsesonger i retning av hyppigere vinterflommer kan gi nye beredskapsmessige utfordringer i deler av landet (flere kritiske operasjoner må foregå i mørke, brått skifte til snø/kulde etter en stor flom kan "dekke over" alvorlige skader osv).

4.3 Energiproduksjon

Dette delkapitlet fokuserer hovedsaklig på hvordan et endret klima kan endre produksjon fra eksisterende og nye anlegg.

4.3.1 Vannkraft

Basert på klimamodeller har NVE prognostisert fremtidig tilsig basert på nedbør og temperatur. Hovedinntrykket er at tilsiget vil øke i store deler av landet. Et annet poeng er at nedbør ser ut til å komme mer samlet i form av styrtregn. Konsekvensene kan altså være at produksjonen vil øke, men at også flomtapet kan øke.

Ifølge NVEs egne beregninger og beregninger utført av Professor Ånund Killingtveit (2008) vil økt tilsig til vannkraftsystemet bidra til høyere årsproduksjon av strøm særlig for vannkraftverk med reguleringsmagasiner. Økningen er markert større på vinter enn sommer. Ulike modeller gir svært forskjellige scenarier for hvor mye årsproduksjonen kan bli og disse varierer fra +2 til +20 TWh per år.

Vannkraftprodusenter opererer hele tiden for å få høyest mulig pris på lagret vann. Det innebærer at det lagres vann til vintersesongen. Vannkraftmagasiner er også bygd for å samle flomvann og lagre dette til vintersesongen da tilsigene er betydelig lavere. Etter liberaliseringen av elektrisitetsmarkedene har interessen økt for kjøring av kraftverkene med tanke på å utnytte prisforskjeller. *Effektkjøring* innebærer at produksjonen justeres raskt opp og ned slik at effektutnyttelsen økes på tidspunkter med høye priser i markedet, og reduseres i perioder med lav pris. Effektkjøring er normalt kun aktuelt for kraftverk med magasin, som derfor har reguleringssevne, mens elvekraftverk må kjøres i takt med tilsiget.

Behovet for økt effektkraft for å samkjøre vannkraftproduksjon mot økt andel vindkraftproduksjon og redusere tomgangskjøring av europeiske varmekraftverk vil kunne lede til et større press på norsk vannkraft til å levere denne type regulerbar kraft.

Økt effektkjøring som medfører hyppigere vannstandsendringer i magasinene vil sammen med økning i intensiv nedbør kunne medføre økt erosjon og utvasking som igjen kan gi beredskapsmessige utfordringer. Identifisering av slike områder og utvikling av teknologi for å bøte på problemene er derfor nødvendig for ikke å få redusert egnethet for andre brukerinteresser.

4.3.2 Vind

De fleste fremskrivninger gir liten eller ingen endring, men mulighet for økt frekvens av ekstremvind. Dette er beheftet med stor grad av usikkerhet. Påvirkningen på vindkraftverk ser altså foreløpig ikke ut til å være åpenbar eller betydelig i forhold til produksjon.

Vindkraftverk er til nå planlagt på åpne områder ved kysten, enten flater eller høydedrag. Oppstillingsplasser og veier har god fundamentering, vanligvis på fjell, og vil i liten grad påvirkes av økt nedbør, økt temperatur eller endringer i snøforhold. Ising er et av temaene som vurderes i tilknytning til lokalisering av arealer planlagt brukt til vindkraftformål.

Utfordringene når det gjelder å sikre lavere kostnader og økt produksjon innen vindkraft framover, er særlig knyttet til valg av riktige lokaliseringsområder basert på bedre vindanalyser, tilrettelegge for bruk av turbiner som kan sveipe større areal (lengre vinger), og bedre detaljplassering av den enkelte turbin. Bedre metoder og bedre kartlegging vil her være sentralt. Dersom endret klima gir hyppigere vindkast over belastningsområdet for turbinene kan dette få negative følger for vindkraftproduksjonen.

4.3.3 Fjernvarme

Vi ser ikke at fjernvarme kan få signifikante endringer i produksjonsbetingelsene. Men mulig økt vedlikeholdsbehov på nettinfrastrukturen pga endringer i grunnforhold. Mulige endringer i etterspørsel etter varmt vann er drøftet i kapittel 4.5.

Endringer i middeltemperatur vil kunne påvirke etterspørsel etter fjernvarme og fjernkjøling. Det er også rimelig å anta at endringer i rammebetingelser knyttet til å reduksjon av CO₂ i andre deler av samfunnet vil kunne påvirke etterspørselen av fjernvarme og ikke minst prisutviklingen knyttet til elektrisitet. Dette er ulike forhold som vi har for lite data på, til å kunne gi gode fremskrivninger på per i dag.

4.3.4 Andre

Vi har ikke data per i dag om klimaendringer vil føre til endrede produksjonsbetingelser for andre teknologier enn vind- og vannkraft. Det er imidlertid grunn til å tro økt tilvekst av biomasse vil øke bioenergiressursene.

4.4 Energidistribusjon og transmisjon

Overførings- og transformeringsanleggene for elektrisitet befinner seg stort sett over bakken. Anleggene er med andre ord i liten grad beskyttet mot ytre påkjenninger. Påkjenningene varierer mye avhengig av geografisk sted og topografi - kyst, innland, lavland, fjell, skog, åpent lende, mv. Klimatiske påkjenninger varierer også mye – vind, nedbør, temperatur, forurensning, ising. Kombinasjonen av geografi, topografi, klima og elektrisk belastning av anleggene gir store variasjoner i påkjenninger på de fysiske anleggene. Variasjonen i påkjenning blir ytterligere mangfoldig pga. materialvalg, konstruktiv utforming, montasjeform, praktisk vedlikehold mv. som har endret seg over tid.

I perioden 1970 til 1990 ble en betydelig del av dagens tekniske infrastruktur bygget.³ Store deler av utendørsanleggene – hovedsakelig luftledninger, koblingsanlegg og transformatorer – har teknisk levetid på 50-80 år, kanskje enda lenger for visse komponenter. En del av anleggene eller enkeltkomponenter har blitt skiftet ut, noen er i dag klare for utskifting, mens andre har en restlevetid på mange titalls år. Den faktiske restlevetiden må imidlertid vurderes individuelt.

At vedlikehold på anleggene har vært gjennomført på en tilfredsstillende måte kan bety at anleggene er teknisk sammenlignbart med hvordan anleggene var da de opprinnelig ble bygget. Dette trenger imidlertid ikke bety at anleggene er forskriftsmessig modernisert og tilfredsstillende dagens krav med nye rammebetingelser, endrede kundekrav, endrede driftsbetingelser og ny teknologi.

Om lag 50 prosent av all ikke-levert energi (ILE) i distribusjonsnettet, og i underkant av 40 prosent i regional- og sentralnettet, skyldes vær og andre naturhendelser, som vegetasjon, lyn, vind og ising. Hvis man ikke gjør noe med systemet slik det er i dag vil sårbarheten kunne øke dersom klimaet endrer seg slik som fremskrivingene av ulike klimascenario indikerer. Denne økte sårbarheten vil kunne reduseres dersom det tas høyde for økt klimapåkjenninger ved fremtidige utbygginger, oppgraderinger av eksisterende anlegg og i løpende vedlikehold.

De konsekvenser av endret klima som kan ha negativ innvirkning på de omtalte elanleggene er nedbør, skred, temperatur, vind, luftforurensning, lynaktivitet. Klimarelaterte hendelser er allerede i dag en viktig årsak til de

³ NVE-rapport 2005:8

feil og avbrudd som skjer innen kraftforsyningen. Uten fysiske tilpassinger vil energiselskapene trolig få økte utfordringer i takt med endringer i klimaet. Dette vil være viktig å følge opp for NVE.

Endringene for kraftforsyningen vil være i stor grad av kvantitativ art, med en økning av frekvensen av hendelser, styrke/intensitet og at utfordringer knyttet til værmessige påkjenninger vil forflytte seg geografisk. Det må gis oppmerksomhet til at ekstreme værforhold kan opptre på andre steder enn det man har erfaring med fra tidligere. På disse nye "problemstedene" er ikke nødvendigvis alle kraftforsyningsinstallasjonene rustet til å håndtere økte klimabelastninger uten tilpassingstiltak.

I hovedsak vil de enkelte klimaparameterne ha følgende innvirkning:

Nedbør	Den umiddelbare konsekvensen av mer nedbør er fuktigere luft som kan gi mer korrosjon - spesielt på jern og stål, men også på aluminium og kopper. Opphopning av vann i grunnen kan gi dårligere stabilitet for master, fundamenter og bygninger. Frostsprenging kan gi skader på master, fundamenter og bygninger. Økt nedbørintensitet kan også gi økt risiko for flom, avhengig av nedbørens variasjon over tid og terrengets evne til å drenere.
Skred	Skred (jord/leire, stein og snø) har oftest sitt grunnlag i store nedbørmengder i bratt terreng. Mer nedbør kan øke utvasking av salter i leire og forårsake skred. Konsekvensen for overføringsanleggene kan bli at stolper og ledningsanlegg blir revet ned, oversvømmelse kan oppstå fordi bekker og elver blir demmet opp, bygninger kan bli revet ned eller flyttet på.
Temperatur	Den umiddelbare konsekvens av høyere temperatur er avsmelting av isbreer, våtere snø, kortere vintersesong, lengre vekstperiode, høyere tregrense, endring i vegetasjonstype (mindre barskog og mer løvskog). Dette kan gi konsekvenser for elanleggene: Våt snø kan gi økt ising og mekanisk belastning på master og ledninger. Svært varme sommerdager kan forårsake linjesig (lange ledningspenn strekker seg i varmen) slik at disse kommer nærmere bakken og gir risiko for kontakt med underliggende vegetasjon, i tillegg til folk og dyr.
Vind	Når sterke vinder blåser fra sjø mot land vil det kunne bli blåst opp saltvann som legger seg på master, linjer og isolatorer. Dette kan føre til korrosjon og kryptstrøm. Ising på kraftledninger i kombinasjon med sterk vind kan gi påkjenninger på kraftledningene.
Lyn	Det er lite forskning på endringer i lynaktivitet som konsekvens av klimaendringer, men i den forskning som er registrert indikeres det en økning i aktiviteten. Lyn kan spesielt få konsekvenser for transformatorer i høyspent distribusjonsnett (6-22 kV) med luftledning hvor det ikke er gjennomgående jordleder. Transformatorene blir utsatt for lynoverspenning som kan resultere i overslag i isolasjon med etterfølgende kortslutning (havari) i transformatoren og avbrudd i strømlleveringen til kundene.

Statnett (2009) har analysert virkningene av klimaendringer på komponentene i kraftsystemet og konkludert med at usikkerheten er stor. For å være føre var peker Statnett på en rekke tiltak:

- Rutinemessig rapportering ved skader eller utfall pga klimapåkjenninger
- Måling av ising på strategiske steder i landet
- Gjenta virkningsstudie etter hvert som ny forskning og nye data blir tilgjengelige
- Økt fokus på klimaendringer ved trasévalg.

4.5 Energietterspørsel

Endringer i klimaet kan føre til at energibruken endres. Ved endringer i utetemperaturen vil først og fremst den temperaturavhengige delen av energibruken endres. Hvis klimaendringene medfører mer vind, mer nedbør og mer skyer kan også dette ha innvirkning på energietterspørselen, på kravene til bygninger og behov for belysning, varme, kjøling m.v. Økt vindpåvirkning vil øke varmegjennomgangen i byggets konstruksjoner og sammen med endret temperaturdifferanse inne/ute påvirke energibruken.

4.5.1 Redusert oppvarmingsbehov

Når utetemperaturen stiger reduseres differansen mellom komforttemperaturen inne og temperaturen ute. Byggenes oppvarmingssystem må følgelig levere mindre varme for å opprettholde komforttemperaturen slik at energibruken til romoppvarming reduseres.

4.5.2 Økt kjølebehov

Trolig vil behovet for komfortkjøling øke fordi antallet timer der romtemperaturen stiger over anbefalte grenser vil øke. Dette betyr at energibruken i byggene vil øke utenom oppvarmingssesongen, men den vil reduseres i oppvarmingssesongen.

Et mulig utfall av økt bruk av kjøleanlegg i bygg er at også avfuktingen av romluften øker. I en kjøleprosess vil fuktighet i lufta felles ut, slik at romluften blir tørrere. Dette kan være ønskelig hvis fuktigheten i uteluften øker ved endret klima. Imidlertid kan dette bidra til å øke energibruken, fordi det vil være to grunner til å øke bruken av kjøleutstyr – høyere temperaturlaster og høyere behov for avfuktning.

4.5.3 Overslag over endringer i energibruken i bygg som følge av endret klima

Endringene i energibruken som følge av endret klima vil gi ulikt utslag avhengig av hvordan klimaet endrer seg. Vi har imidlertid gjort noen grove anslag med basis i fremskrivninger av utviklingen i den norske bygningsmassen. Ved å anta at:

- Temperaturforskjellene mellom sommer og vinter blir mindre
- Oppvarmingssesongen blir kortere, og kjølesesongen blir lengre
- Reduksjonen av oppvarmingsandelen av energibruken er større enn økningen av kjøleandelen.

Det siste er en usikker antagelse, men det er gått ut fra at temperaturforskjellen mellom vinter og sommer blir mindre, og at deler av kjølebehovet kan reduseres ved avskjerming som ikke bidrar til økt energibruk.

Med disse forutsetningene har vi brukt våre fremskrivninger om energibruk på tre mulige endringer i utetemperatur, som reduserer differansen i årsmiddeltemperaturen inne og ute med 1 grad, 2 grader og 3 grader mot bygningsmassen i 2030. I Dette kan redusere energibehovet til oppvarming og kjøling med hhv. 2, 5 og 7 prosent.

For å gi et eksempel på de absolutte størrelsene i endringene vil en reduksjon i energibruken på 5 prosent gi en nedgang i boliger på 1 TWh, mens næringsbygg vil se bidra med en nedgang på 0,5 TWh.

5 Bransjens oppmerksomhet

NVE oppfatter at klimapåkjenninger er en integrert og viktig del av energiselskapenes risikostyring. Samtidig er endrede klimapåkjenninger med aktuelle tilpassningsbehov noe som vil kreve betydelig oppmerksomhet fremover. Ikke minst fordi planlegging og utbygging av nettførsterkninger har et langsiktig tidsperspektiv og betinger rimelig robusthet i forhold til endrede rammebetingelser.

NVE gjennomførte sommeren 2009 en kartlegging⁴ av klimatilpassingsarbeidet til kraftforsyningsbransjen. Utvalget for kartleggingen var Kraftforsyningsberedskapsorganisasjon (KBO). 168 virksomheter i KBO, fordelt på de største kraftprodusenter, alle nettselskaper, fjernvarmeselskaper og vassdragsregulanter ble invitert til å delta i denne undersøkelsen. I sum utgjør disse majoriteten av den norske kraftforsyningen.

Kartleggingen ga et øyeblikksbilde av hvordan bransjen oppfatter klimaendringer, og hvordan den planlegger å møte eventuelle utfordringer. Kartleggingen viser hvilke utfordringer bransjen er mest fokusert på og hvilke tiltak bransjen selv mener bør iverksettes for å oppnå økt tilpassingstakt.

Hovedfunnene kan oppsummeres slik:

Kjennskapen til forskernes syn på mulige konsekvenser av klimaendringer er svært godt kjent.

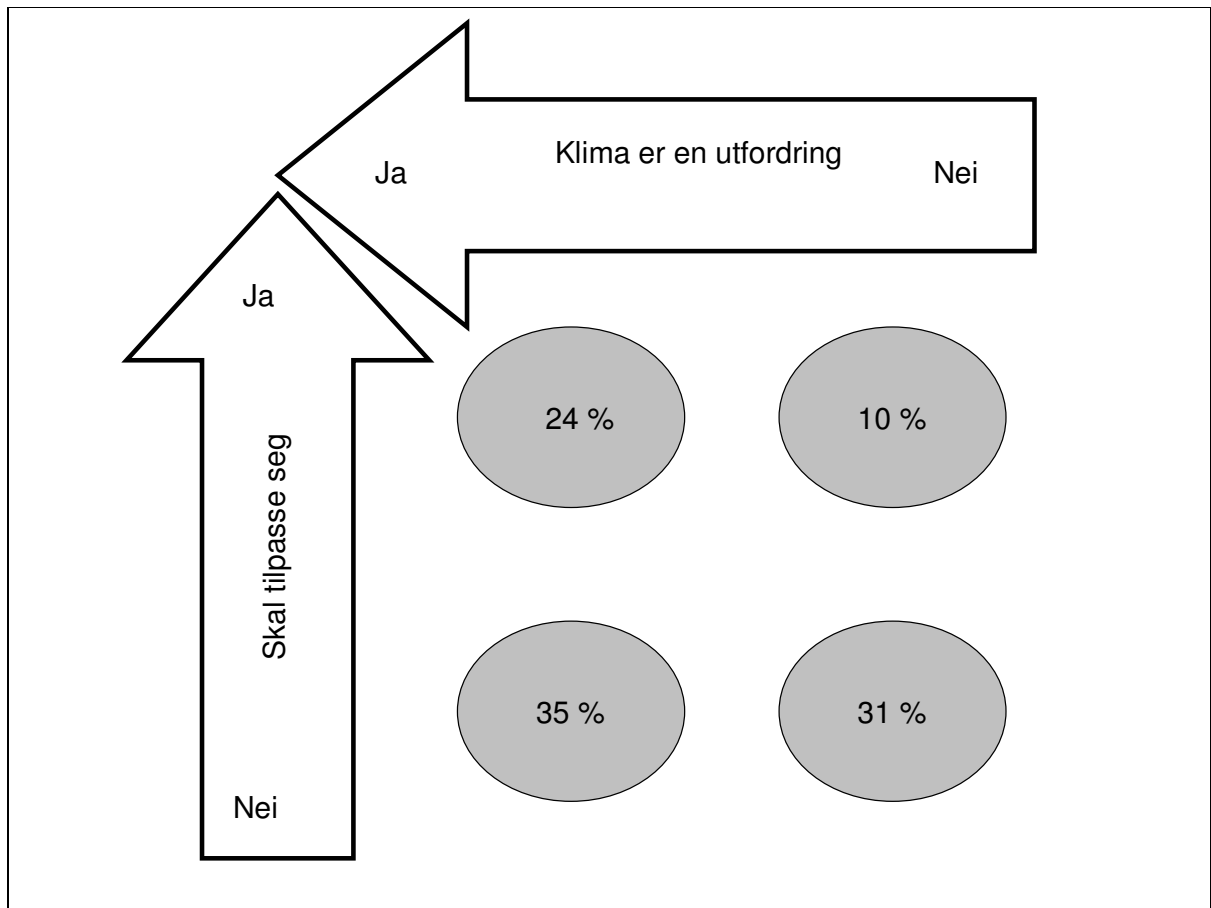
Klimaendringer og klimatilpassing er på dagsordenen hos mange virksomheter, men er ikke et spesielt sentralt tema per i dag. Klimatilpassing har i størst grad vært et tema blant virksomheter på Sør- og Vestlandet.

Et flertall av virksomhetene tror at klimaendringene kan medføre sikkerhetsmessige utfordringer for egen virksomhets evne til å produsere eller distribuere energi.

Kartleggingen viser at det er en del virksomheter som "sitter på gjerdet" i påvente av nasjonale anbefalinger for hvordan de skal møte klimaendringene. Virksomhetene påpeker videre at behovet for tilrettelagt informasjon om klimaendringenes betydning er stort både knyttet til virksomhetstypene de representerer og for de regionene de opererer ut fra.

Figur 2 er en grafisk fremstilling av resultatene fra kartleggingen.

⁴ NVE-rapport 2009:16



Figur 2: Bransjens oppmerksomhet

I kartleggingen kommer det frem at 59 prosent hevder seg informerte i forhold klimaendringer og tror at deres virksomhet vil kunne få sikkerhetsmessige utfordringer på grunn av klimaendringer. Av disse er det bare noe under halvparten som planlegger tiltak for å tilpasse seg (24%). 35% av virksomhetene tror at klimaendringer kan gi sikkerhetsmessige utfordringer for egen virksomhet, men har ikke en plan for å kartlegge dette videre eller har behovet for tilpassing nå. Disse sitter av en eller annen grunn på "gjerdet og venter."

Ti prosent av virksomhetene sier at de tilpasser seg klimaendringer, men sier samtidig at de ikke tror at klimaendringer vil berøre dem. Det kan gi grunnlag for å spørre om de konkrete tilpassinger som foretas er på de riktige områder eller i riktig omfang. Det som er sikkert er at denne gruppen i stor grad har evne og vilje til tilpassing, men at denne gruppen trenger hjelp til å forstå hvordan klimaendringer kan påvirke nettopp deres virksomhet.

Den siste gruppen, på 31 prosent, oppfatter ikke at klimaendringer kan bety noen utfordring for dem og ser vel heller ikke noen grunn til å gjøre noe med det. Overfor denne gruppen vil det kreves målrettet informasjon for å sikre nødvendig handlingsvilje hvis det skulle vise seg at de tar feil i at klimaendringer ikke vil bety noe for deres virksomhet. Det skal imidlertid ikke underslås at enkelte i denne gruppen allerede kan ha gjort inngående vurderinger av sin egen fremtidige klimasårbarhet og funnet at de vil bli lite berørt. NVE er imidlertid ikke kjent med at veldig mange virksomheter i kraftforsyningen har gjort slike kartlegginger frem til nå.

Engasjement fra egen administrasjon og styre, samt reguleringer og forventninger fra NVE og Olje- og energidepartementet (OED) er de viktigste faktorene for å sikre økt klimatilpassing innen kraftforsyningen, melder bransjen gjennom denne kartleggingen.

6 Dagens virkemidler

6.1 Innledning

Norsk kraftforsyning er i utgangspunktet utsatt for ulike påkjenninger og er viktig for samfunnssikkerheten. Derfor stilles det strenge krav til at kraftforsyningen skal kunne tåle ekstraordinære hendelser, inkludert ekstreme værforhold. Dette har bidratt til at kraftforsyningen har en god forsyningssikkerhet.

I følge NVEs avbruddstatistikk⁵ for 2008 var det kun 0,14 prosent av energien som ikke kom frem til sluttbruker.

NVE rår over en rekke virkemidler for å sikre at kraftforsyningens infrastruktur dimensjoneres for relevant værbelastning. Disse virkemidlene anses også som tilstrekkelige for å sørge for at det blir tatt høyde for fremtidige endringer i klimaet. Grovt sett kan virkemidlene deles inn i direkte regulering, økonomisk regulering, tilsyn og informasjonsarbeid.

6.2 Vassdragslovgivningen

Vannressursloven er den generelle loven for forvaltning av vassdrag og grunnvann i Norge. Vannressurslovens formål er å sikre en samfunnsmessig forsvarlig bruk og forvaltning av vannressursene. Lovens utgangspunkt er at ingen må iverksette vassdragstiltak som kan være til nevneverdig skade eller ulempe for noen allmenne interesser i vassdraget eller sjøen. Loven forvaltes av Olje- og energidepartementet og NVE på nasjonalt nivå. På regionalt og lokalt nivå er det NVE, fylkesmannen, kommunen eller den departementet har utnevnt.

En rekke andre lover som ikke forvaltes av OED eller NVE griper også inn i vassdragsforvaltningen, bl.a. naturmangfoldloven, kulturminneloven, forurensingsloven m.fl.

Vassdragsreguleringer gir mulighet for drifting av vassdragene for å redusere skaderisiko i forbindelse med flom og andre klimarelaterte naturhendelser. Reguleringsmagasiner, og spesielt store magasiner, kan nyttes til flomdempning. Hyppigere og kraftigere flomepisoder vil imidlertid stille større krav til tilgjengelig magasinkapasitet og manøvrering av magasinene.

Som vassdragsmyndighet skal NVE se til at eiere av vassdragsanlegg håndterer flomsituasjonen forsvarlig, og i samsvar med gjeldende regler.

Vannressursloven åpner for å gjøre tiltak i faresituasjoner, og om nødvendig kan NVE pålegge anleggseiere å gjennomføre tiltak for å redusere faren for skader på mennesker, miljø eller eiendom som følge av flom. Det kan videre gis tillatelse til midlertidig fravikelse av konsesjonsvilkår m.m. for å hindre skader av flom på miljøet m.v. Blant annet under Østlands-flommen i juli 2007 ble det gitt tillatelser og pålegg til reguleranter knyttet til tappingen fra enkelte innsjøer, for å begrense skadevirkningene av flommen.

6.3 Konsesjoner - vannkraft

Gjennom konsesjonsbehandlingen av vannkraftanlegg kan det stilles vilkår for driften av vassdraget eller gjennomføring av tiltak for å redusere risikoen for skader som følge av økt flom, erosjon, havstiging m.m.

⁵ NVE-rapport 2008:10

Konsesjonslovgivningen er hjemlet i vannressursloven, vassdragsreguleringsloven, industrikonsesjonsloven og energiloven, samt plan- og bygningsloven når det gjelder behandlingen av saker etter forskrift om konsekvensutredninger. I forbindelse med vannkraftanlegg omfatter sakstypene nye konsesjoner, fornyelse av tidligere (tidsbegrensede) konsesjoner, opprustings- og utvidelsesprosjekter, og revisjon av konsesjonsvilkår.

Kraftverk med installert effekt under 10 MW er underlagt noe enklere saksbehandlingsregler enn større prosjekter. I tillegg har NVE fått delegert konsesjonsmyndighet fra OED til å gi konsesjon etter vannressursloven for kraftverk med installert effekt under 10 MW.

Meldingen og behandlingen av denne skal tjene som grunnlag for tiltakshavers og myndighetenes vurdering av de aktuelle utbyggingsalternativene, og som grunnlag for valg av hvilke alternativer som bør videreføres i den påfølgende utrednings- og planprosessen. I tillegg skal meldingen inneholde tiltakshavers forslag til konsekvensutredningsprogram.

Faginstanser som Direktoratet for naturforvaltning (DN), Fylkesmannen og fylkeskonservatorene har et spesielt ansvar for å foreslå nødvendige utredninger i forhold til sine respektive forvaltningsområder. En del av fylkesmannens ansvarsområde er styrking av samfunnssikkerheten på regionalt og lokalt nivå, og utarbeidelse av risiko- og sårbarhetsanalyse (ROS) for fylket. NVE registrerer i den sammenheng at fylkesmennene i økende grad peker på behovet for ROS i forbindelse med konsesjonssaker.

I søknadsfasen gjennomføres ny høringsrunde på søknad med konsekvensutredning.

Med grunnlag i søknaden og høringsinstansenes syn, foretar NVE en samlet vurdering. Kraftbalanse og leveringssikkerhet er et viktig grunnlag for konsesjonsbehandlingen og de anbefalinger NVE gir. Hensynet til kraftproduksjonen skal samtidig avveies mot andre viktige interesser.

6.3.1 Krav til konsekvensutredning

NVE fastsetter det endelige utredningsprogrammet på grunnlag av melding og høringsuttalelsene til denne. Rammer for krav til innhold i konsekvensutredninger generelt fremgår av egen forskrift. NVE har i tillegg utarbeidet en nærmere oversikt over aktuelle tema som skal vurderes i konsekvensutredningen i forbindelse med vannkraftverk (NVE veileder 1/98). Veilederen er under revisjon og det vil bli laget en standard utredningsmal som det skal tas utgangspunkt i.

Viktige tema som skal utredes eller vurderes og som har direkte relevans til klimaendringer er bl.a. overflatehydrologi, herunder vannstands- og vannføringsvariasjoner, ekstremverdier i vannstand og vannføring og hyppighet og varighet av disse. Videre skal vanntemperaturendringer, isforhold og lokalklima vurderes, i tillegg til sedimenttransport, erosjon og skred.

Utredningsnivået og -omfanget for det enkelte fagtema tilpasses hver enkelt sak.

Etter at ny plan- og bygningslov trådte i kraft 1. juli 2009 er det innført en ny bestemmelse om samfunnssikkerhet og risiko og sårbarhetsanalyser. Videre er risiko i forbindelse med havstigning spesifisert som et nytt tema i forskrift om konsekvensutredninger.

Ved fornyelse av gamle konsesjoner stilles i praksis mye av de samme utredningskrav som for nye konsesjoner, men man tar utgangspunkt i den nye naturtilstanden som er etablert.

6.3.2 Konsesjonsvilkår

En viktig del av konsesjonsprosessen er å tilpasse prosjektet for å sikre at det får akseptable virkninger dersom det blir gitt konsesjon. Det settes ulike vilkår som har til formål å kompensere for og avdempe de skadevirkningene som tiltaket medfører. Ved konsesjoner i dag nyttes såkalte "standardvilkår". Standardvilkårene inneholder bestemmelser om bl.a. konsesjonstid, revisjon av vilkår, konsesjonsavgifter til stat

og kommuner, konsesjonskraft, sanksjonsbestemmelser, godkjenning av planer for miljø og sikkerhet, terskler, erosjon, naturforvaltning, forurensning og fornminner. Flere av standardvilkårene kan sies å være klimarelaterte og omhandler tiltak mot flom, erosjon, isgang m.m.

Dersom utbyggingen innebærer etablering av magasin fastsettes et manøvreringsreglementet som angir rammene for konsesjonen. Her angis høyeste regulerte vannstand (HRV) og laveste regulerte vannstand for magasiner (LRV). Det er vanlig at vannstanden kan stige over HRV ved flom. Det kan også fastsettes andre restriksjoner for magasiner, for eksempel fyllingstidspunkter og nivåer, og buffervolum for flomdempning. Reglementet kan også inneholde minstevannføringer som er faste eller variable over året.

Et grunnleggende prinsipp i forhold til manøvreringen er at reguleringer og overføringer ikke skal føre til økte flommer, dvs. at når flomdemningskapasiteten er brukt opp, skal flomvannføringene ikke økes i forhold til hvordan det var før utbyggingen.

Manøvreringsreglementet inneholder krav om at konsesjonæren skal prognosere flommer ved bruk av prognose- og simuleringsmodeller og foreta forhåndstapping av magasinene dersom forholdene tilsier dette. NVE skal også varsles når det ventes kritiske flomsituasjoner. Konsesjonæren skal også normalt observere og føre protokoll over nedbørmengder, temperaturer, snødybde m.v. Konsesjonæren kan videre pålegges å utføre og bekoste etterundersøkelser av reguleringens virkninger for berørte interesser.

Konsesjonærene har også adgang til å søke om endringer i vilkårene. Endringer kan bare finne sted etter initiativ fra konsesjonæren selv, dvs. reguleringsanleggets eier, men kan skje utenom tidspunktene for alminnelig revisjon, i prinsippet når som helst.

Vannressursloven åpner for at vilkårene kan omgjøres når sterke miljømessige hensyn tilsier det. Omgjøring av vilkårene er blant annet begrunnet i at forholdene kan endres, eventuelt at det foreligger mer kunnskap enn på konsesjonstidspunktet. Bestemmelsene om omgjøring gjelder imidlertid ikke for tiltak som er behandlet etter vassdragsreguleringsloven. Klimaendringer kan føre til større ytre påkjenninger og medføre en økning i feil og problemer med vannkraftanleggene, samt økt behov for vedlikeholdsarbeid, reparasjoner, utbedringer etc. Manglefullt vedlikehold og tilpasninger kan raskt gi beredskapsmessige utfordringer.

6.3.3 Revisjon

Revisjonsinstituttet er innført for at myndighetene regelmessig skal kunne vurdere konsesjonens virkning og eventuelt kunne oppdatere vilkårene i forhold til endrede forutsetninger, ny kunnskap og erfaring og sikre myndighetene en god styring med vannkraftressursene.

Et overordnet mål for revisjon er å bedre miljøtilstanden i regulerte vassdrag. Dette skal balanseres mot målet om å opprettholde kraftproduksjon og reguleringsevne. Klimaendringene kan aktualisere behovet for revisjon av vilkårene ytterligere.

Revisjonsbestemmelsene kom inn i vassdragsreguleringsloven og industrikonsesjonsloven i 1959, og revisjonstiden ble satt til 50 år for konsesjoner gitt på ubegrenset tid. Det er derfor bare konsesjoner som er gitt i 1959 og senere som har bestemmelser om revisjon (etter 50 år) i vilkårene.

I 1992 kom en lovendring som endret revisjonsintervallet til 30 år for konsesjoner gitt etter 1992. Både tidsbegrensede og tidsubegrensede konsesjoner kan tas opp til revisjon 30 år etter at konsesjon er gitt.

Vannressursloven inneholder ingen obligatorisk regel om revisjon av vilkår, men konsesjonene kan tidsbegrenses og vilkårene revideres etter en viss tid. I fremtidige konsesjoner kan det være hensiktsmessig, blant annet ut fra hensynet til klimaendringer, å benytte denne muligheten for revisjon av vilkårene.

En revisjonssak gir ikke anledning til å forandre konsesjonens varighet eller nedlegge hele anlegget. Bestemmelser om høyeste regulerte vannstand (HRV), laveste regulerte vannstand (LRV), selve overføringen osv. er en del av konsesjonen som sådan og omfattes ikke av revisjonsadgangen. Dagens revisjonsinstitutt er således begrenset til å vurdere virkningen for miljø og andre allmenne interesser, og til å sette vilkår knyttet til dette. Det fremgår videre at revisjon ikke skal medføre vesentlig produksjonstap.

Revisjonssyklusen på 30 år skal sikre tilstrekkelig mulighet for modernisering av vilkårene. Samtidig er lagt vekt på at eventuelle endringer ikke gjennomføres for hyppig, slik at revisjonen ikke medfører en urimelig belastning for konsesjonærene. Basert på en gjennomgang av konsesjonsdatabasen i NVE er det registrert totalt 396 konsesjoner som kan tas opp til revisjon frem mot 2022, hvorav 340 er reguleringskonsesjoner. Per dato har NVE 17 revisjonssaker til behandling, hvorav det i ni av sakene er åpnet for revisjon.

Basert på en gjennomgang av konsesjonsdatabasen i NVE er det registrert totalt 396 konsesjoner som kan tas opp til revisjon frem mot 2022, hvorav 340 er reguleringskonsesjoner. Per dato har NVE 17 revisjonssaker til behandling, hvorav det i ni av sakene er åpnet for revisjon.

Nye retningslinjer for revisjonssaker vil bli ferdigstilt i 2010. Her gis det blant annet kriterier for hvilke revisjonssaker som bør prioriteres, både i forhold til saksbehandling og tiltak som minstevannføring og magasinrestriksjoner

Samlet sett har vassdragslovgivningen flere virkemidler som gjør det mulig å justere vilkår og tillatelser for å ivareta eventuelle virkninger av klimaendringer. Dette må sees i sammenheng med andre interesser, bl a kraftoppdekning om miljøvirkninger.

6.4 Konsesjoner - elektriske overføringsanlegg

Bygging av elektriske høyspentanlegg er underlagt energiloven. NVE er delegert myndighet til å gi tillatelse til å bygge, eie og drive elektriske anlegg, herunder kraftledninger og transformatorstasjoner dersom dette er samfunnsmessig rasjonelt. Energiloven gir konsesjonsmyndigheten en svært vid adgang til å sette vilkår.

I de senere årene har estetiske hensyn blitt tillagt større vekt. På den annen side skal NVEs konsesjonsbehandling også ta hensyn til forsyningsikkerhet, som ofte er en begrunnelse for søknader om reinvestering og oppgradering. I forskrift om konsekvensutredninger er det et generelt krav om en beskrivelse og vurdering av virkningene tiltaket vil få for beredskap og ulykkesrisiko, samt risiko for havnivåstigning.

Elektriske overføringsanlegg er potensielt sårbare for ulike klimaforhold og av den grunn er det naturlig at lokalisering og tilpassing til klimaendringer blir vektlagt i utredningsprogram og konsesjonssøknader.

6.5 Konsesjoner - vindkraft

NVE gir konsesjoner for bygging av nye vindkraftverk med basis i energiloven. Sakene behandles også etter plan- og bygningslovens bestemmelser om konsekvensutredninger med tilhørende forskrift. I utredningsprogrammene kan det settes krav om utredninger som er relevante med tanke på ulike beredskapsmessige utfordringer, slik som klimaendringer representerer.

Behandlingen bygger på søknader fra nettselskaper eller kraftprodusenter. Søknadene beskriver planlagte anlegg samt økonomiske og miljømessige konsekvenser av disse anleggene. Søknadene utformes på bakgrunn av veiledere utformet av NVE. I veilederne kan NVE stille krav om de opplysningene som er beslutningsrelevante, herunder også forhold knyttet til sikkerhet og beredskap.

Konsesjonsvedtaket beskriver hva som skal bygges og definerer ulike vilkår knyttet til etableringen av anleggene. Vilkår vil normalt ikke regulere tillatt drift av anleggene i motsetning til for vannkraft der regulering av driften er vanlige konsesjonsvilkår. Kapasiteten i de etablerte kraftledninger eller vindturbiner kan normalt utnyttes fullt ut.

6.6 Konsekvensutredninger

Plan- og bygningsloven er den generelle lov om arealdisponering og gir bestemmelser om arealplanlegging, konsekvensutredninger og byggesaksbehandling.

Lovens forskrift om konsekvensutredning gjelder for store utbyggingstiltak, bl.a. vindkraftverk, vannkraftverk, reguleringer og høyspentledninger over en angitt størrelse og lengde. Planer og utbyggingstiltak som har vesentlige konsekvenser for miljø og samfunn er meldepliktige og skal konsekvensutredes. NVE er ansvarlig myndighet for behandlingen etter bestemmelsene i forskriften for tiltak som trenger tillatelse etter vassdragslovgivningen eller energiloven

Utløser ikke tiltaket krav om melding i henhold til plan- og bygningsloven, skal konsekvensene av tiltaket likevel beskrives grundig som en del av konsesjonssøknaden.

6.7 Spesielt om kraftnettet

Det er i prinsippet tre grunner til at nettselskaper reguleres. For det første er nettselskaper forvaltere av en samfunnskritisk infrastruktur, og reguleringen skal dermed sikre et robust nett med tilfredsstillende kvalitet og beredskap. For det andre medfører bygging av nett vesentlige inngrep i naturen. Reguleringen skal hindre uønskede naturinngrep samtidig som den skal sikre netteier tilgang til privat og offentlig eiendom. For det tredje er overføring av kraft et *naturlig monopol*⁶. Reguleringen av nettselskapene skal bidra til optimal prising av netjtjenester og bidra til effektiv drift, utvikling og utnyttelse av nettet.

Reguleringen av nettselskapene i Norge har tre grunnelementer: Direkte regulering, økonomisk regulering og tilsyn. Alle de tre virkemidlene er viktige for at reguleringen skal fungere i henhold til formålet. Den *direkte* reguleringen omfatter krav og vilkår som er nedfelt i konsesjoner, lover, forskrifter og pålegg. Eksempler på

⁶ Et naturlig monopol er karakterisert ved store faste kostnader og fallende gjennomsnittskostnader som følge av dette. Store faste kostnader i tilknytning til infrastruktur for elektrisitet medfører at det i et samfunnsøkonomisk perspektiv vil være ineffektivt å bygge parallelle nett for å løse en og samme oppgave. I økonomisk teori legges det til grunn at monopoliet har høyest mulig fortjeneste som et sentralt mål. Hovedproblemet med monopoler er at monopolisten kan fastsette prisen selv for derigjennom å hente ut en vesentlig høyere profitt enn hva aktører i virksomheter med en tilsvarende risiko i et konkurranseutsatt marked vil få. Kundene vil dermed stå ovenfor høyere priser enn de ville gjort dersom det var konkurranse. For høye priser vil også føre til at kvantumet som produseres blir for lavt i forhold til det samfunnsøkonomisk optimale. Utøvelse av markedsrett innebærer derfor både en uheldig *fordelingseffekt* og et samfunnsøkonomisk *effektivitetstap*.

slike krav og vilkår er leverings- og tilknytningsplikten som er regulert i energiloven, kravet om at overføringsanleggene til enhver tid skal være i tilfredsstillende driftsikker stand som fremkommer av energilovforskriften, en rekke minimumskrav til leveringskvalitet som er regulert i forskrift om leveringskvalitet, krav til sikkerhet og beredskap som er regulert i beredskapsforskriften og en rekke krav til prosjektering, utførelse, drift og vedlikehold av elektriske anlegg som er regulert med hjemmel i el-tilsynsloven. Gjennom slike direkte reguleringer hindrer myndighetene at nettselskapene baserer sine beslutninger kun på bedriftsøkonomiske vurderinger. Myndighetenes krav til nettselskapene skal oppfylles uavhengig av den bedriftsøkonomiske lønnsomheten i det enkelte tiltak som må gjennomføres.

6.7.1 Økonomisk regulering

For å forhindre at nettselskapene utnytter sin monopolsituasjon gis de gjennom den økonomiske reguleringen bedriftsøkonomiske insentiver til å opptre samfunnsøkonomisk rasjonelt. Ved å benytte inntektsrammereguleringen og regler om tariffing som økonomiske virkemidler skal den økonomiske reguleringen sikre at kraft overføres til riktig leveringskvalitet og pris, og at nettet utnyttes og utvikles på en samfunnsmessig rasjonell måte. Beslutninger om drift, utnyttelse og utvikling av nettet fattes av hvert enkelt selskap slik at de tilpasses lokale og regionale forhold og rammebetingelser. Beslutningene er basert på overordnede økonomiske insentiver, uten at regulator setter eksplisitte krav til hvilke løsninger som skal velges. Gjennom den økonomiske reguleringen vil selskapene få dekket de kostnader som er nødvendige for å etterleve alle krav og vilkår gitt av myndighetene, samt gi en rimelig avkastning på investert kapital gitt effektiv drift, utnyttelse og utvikling av nettet.

Den økonomiske reguleringen legger til grunn at nettselskapene oppfyller de krav og vilkår som følger av den direkte reguleringen. Det vil si de plikter nedfelt i lover, forskrifter og konsesjonsvilkår. *Tilsyn* av nettvirksomheten er nødvendig for å sikre at selskapene etterlever den direkte reguleringen. Brudd på lover, forskrifter og konsesjonsvilkår må sanksjoneres ved hjelp av hensiktsmessige virkemidler. Eksempler på dette er pålegg om retting, overtredelsesgebyr, tvangsmulkt og anmeldelse.

For å oppnå formålet med reguleringen vil det i praksis være nødvendig å benytte både økonomiske og direkte virkemidler, blant annet for å oppnå en mer optimal tilpassing og forhindre uønskede konsekvenser, bl.a. for miljø. Samspillet mellom den økonomiske reguleringen og øvrige direktereguleringer er særlig viktig for å gi selskapene riktige investeringsinsentiver. Det er imidlertid pliktene gjennom den direkte reguleringen som i all hovedsak styrer investeringene til nettselskapene. Nettselskapene kan *ikke* unnlate å gjøre investeringer selv om enkelte investeringer er ulønnsomme for selskapet. Den økonomiske reguleringen skal derimot sikre at porteføljen av investeringer som utløses av den direkte reguleringen, gir en rimelig avkastning over tid gitt effektiv drift, utnyttelse og utvikling av nettet.

6.7.2 KILE

Insentiver til investeringer og vedlikehold i den økonomiske reguleringen må vurderes i lys av helheten – både andre regulatoriske virkemidler som direkte reguleringer og målene med nettreuleringen. Hovedformålet med den økonomiske reguleringen av nettvirksomheten er å dekke nettselskapenes kostnader og avskrivninger, og gi en rimelig avkastning over tid gitt effektiv drift, utvikling og utnyttelse av nettet. Siden investeringer i distribusjonsnett i stor grad styres av direkte reguleringer er de økonomiske insentivene av mindre betydning.

I det enkelte nettselskaps kostnadsgrunnlag inngår et element - KILE - som skal sørge for at nettselskapene tar hensyn til leveringspåliteligheten i kraftnettet. KILE står for kvalitetsjusterte inntektsrammer ved ikke-levert energi. KILE-ordningen er en insentivregulering som skal gi nettselskapene økonomisk motivasjon til riktig allokering av ressurser innenfor de rammer, vilkår og direktereguleringer som ellers er gitt av myndighetene.

KILE-ordningen trådte i kraft 1. januar 2001. Kvalitetsjustering av inntektsrammene er regulert i kontrollforskriften kapittel 9. For øvrig reguleres leveringskvalitet i egen forskrift – forskrift om leveringskvalitet.

Formålet med KILE-ordningen er å gi nettselskapene incentiv til å bygge og drive nettet med en samfunnsøkonomisk optimal leveringspålitelighet. KILE-elementet representerer kundenes kostnader ved avbrudd. Selskapene vil nå gjøre en avveining av samfunnsøkonomiske kostnader knyttet til avbrudd opp mot de bedriftsøkonomiske kostnadene knyttet til å unngå avbrudd.

Når det gjelder investeringer for å sikre eksisterende kunder en tilfredsstillende leveringskvalitet gir også ordningen med utbetaling ved svært langvarige avbrudd (USLA) tilsvarende og forsterket virkning som KILE for hendelser av lang varighet.

6.8 Andre reguleringer

6.8.1 Beredskapskrav og myndighetsoppfølging

Beredskapsarbeidet innen kraftforsyningen bygger på to lovverk, energiloven og forsyningsberedskapsloven, samt flere forskrifter/instruksjoner. NVE har som beredskapsmyndighet ansvaret for å følge opp energiselskapenes plikter til sikkerhet og beredskap, samordne kraftforsyningens beredskapsplanlegging og lede kraftforsyningen i ekstraordinære situasjoner.

Kraftforsyningens beredskapsorganisasjon (KBO) er myndighetens primære virkemiddel for å etablere, opprettholde og øve en organisasjon for å sørge for at kraftforsyningen effektivt skal kunne forebygge og håndtere ulike typer krisesituasjoner. Denne organisasjonen består av kraftprodusentene, nettselskapene, fjernvarmeselskapene, vassdragsregulanter m.fl. Målet er å opprettholde en stabil kraftforsyning og unngå skade på liv, helse og eiendom

Beredskapsforskriften regulerer viktige deler av beredskapsarbeidet. Forskriften krever blant annet at det skal gjennomføres risiko- og sårbarhetsanalyser for hele virksomheten. Dersom det i et område identifiseres en høy risiko for skader og andre belastninger som følge av klimaendringer, skal det tas hensyn til dette i virksomheten. Dette kan være gjennom forebygging, beredskapsplanlegging, øvelser, dimensjonering av reparasjonsberedskapen m.v.

6.8.2 Tilsyn

NVE fører tilsyn med mange aspekter ved kraftsektorens aktiviteter, også selskapenes beredskap. Tilsynet er en arena for å sikre både kontroll av virksomheten, men også en arena for å formidle krav og forventninger. NVE har de senere år økt tilsynet av beredskapen, og planlegger å fortsette økningen. NVE har i forlengelsen av tilsynet også økt satsingen innen veiledning og øvelser for å bidra til at sektoren gradvis utvikler kvaliteten på sitt beredskapsarbeid.

6.8.3 Damsikkerhetsforskriften

Sikkerhetskrav til dammer er hjemlet i vannressursloven, vassdragsreguleringsloven, industrikonsesjonsloven og energiloven. Damsikkerhetsforskriften konkretiserer kravene til dammene og deres eiere.

Damsikkerhetsforskriften ble oppdatert i 2009. Det foreligger beredskapsplaner hos eierne av alle

kraftverksdammer for å håndtere akutte økninger i fare for tredjeperson og for kraftforsyningen. Planene omfatter operative planer, inkludert innsatsplaner basert på analyser av mulige unormale situasjoner. Analysen av unormale situasjoner som kan opptre vil omfatte fare for dambrudd og dambrudd. Klimalaster i form av uventet ekstrem flom eller hyppigere vinterflommer er omfattet av planen. Beredskapsplanen skal holdes oppdatert og øves jevnlig. I henhold til damsikkerhetsforskriften skal planen revideres minst hvert tredje år.

Damsikkerhetsforskriften favner alle dammer, uavhengig av formål, som kan innebære en risiko for å påføre skade på tredjeperson. Forskriften stiller krav om systematisk oppfølging og revurdering av dammene for å sikre at sikkerheten er ivaretatt over tid, inkludert eventuelle nye belastninger knyttet til klimaendringer. Energiloven hjemler vedtak om sikringstiltak for kraftverksdammer som kan magasinere minst 5 millioner kubikkmeter vann. Mange dammer er underlagt kontroll og tilsyn både etter forskrift og i konsesjonsvilkår. Det er ca 1675 kraftverksdammer i Norge, hvorav ca 750 hvor dambrudd kan innebære fare for menneskeliv⁷. Rundt 40 dammer demmer magasiner av så stor betydning for kraftforsyningen at konsekvenser ved bortfall av magasinet anses som betydelig.

6.8.4 Kraftsystemutredninger

Hovedmålet for kraftsystemutredningene er å bidra til en samfunnsøkonomisk rasjonell utbygging av regionalnettene og sentralnettet. NVE har utpekt en utredningsansvarlig konsesjonær innenfor hvert av de 17 planområdene. Den utredningsansvarlige har ansvaret for å koordinere arbeidet med en langsiktig kraftsystemutredning i sitt område. Sentralnettet er et eget planområde som Statnett SF håndterer. Krav til innhold og arbeid med kraftsystemutredning (KSU) er regulert i forskrift om energiutredninger.

Formålet med kraftsystemutredningen er å effektivisere NVEs konsesjonsbehandling og legge ansvaret for kraftsystemplanlegging over på regionale aktører. Kraftsystemutredningen skal blant annet inneholde en beskrivelse av fremtidige overføringsforhold i utredningsområdet. Alternative utviklinger skal også beskrives. Utredningen har som mål å sikre en samfunnsmessig rasjonell utvikling av regional- og sentralnettet. NVE har utpekt et utredningsansvarlig selskap i hvert område. Ansvaret innebærer å koordinere arbeidet med kraftsystemutredningen mellom nettselskapene innenfor utredningsområdet.⁸

Utredningene skal oppdateres hvert år og sendes til NVE. NVE godkjenner ikke planens innhold men kontrollerer at forskriftens krav er ivaretatt. NVE deltar også i en del av møtene hvor utredningene drøftes. Statnett er vanligvis representert i alle arbeidsgruppene fordi sentralnettet grenser til alle utredningsområdene. Statnett bør være representert som *både* anleggseier og systemansvarlig.

Å fremme konsesjonssøknad uten at saksforholdet er beskrevet i KSUen skal normalt ikke forekomme. Saker som det søkes konsesjon for vil normalt være bearbeidet i mange sammenhenger over lang tid. Kraftsystemutredningene er i så måte en viktig premiss inn i konsesjonsprosessene. Kraftsystemutredningene skal beskrive alternativer for utviklingen av kraftsystemet de neste 10 til 20 årene. Klimautfordringer og eventuelle tilpassingsbehov er av den grunn naturlig å vurdere i utredningene.

⁷ NVEs database SIV over dammer (2009)

⁸ NVE-rapport 2009:14

7 Tilpasningsbehov

Forsyningssikkerhet er et grunnleggende hensyn for kraftforsyningen. Målsetningen er en robust kraftforsyning som er tilpasset både dagens og fremtidens behov og utfordringer.

7.1 Vassdragsforvaltning

Dagens lovverk og virkemidler i vassdragsforvaltningen gir et godt grunnlag for å håndtere sårbarhet i forhold til klimaendringene. Det er samtidig viktig å sikre en kontinuerlig tilpassing av forvaltningspraksis i tråd med ny kunnskap og erfaringer med klimaendringene etter hvert som de gradvis manifesterer seg.

7.1.1 Konesjoner

Konesjonsbehandlingen av nye vannkraftanlegg, samt fornyelse av tidligere konesjoner, er et viktig virkemiddel for å kunne tilpasse anleggene og vassdragsdriften til klimaendringene. NVE har også som tidligere beskrevet hjemmel innen visse rammer til å kunne kalle inn eldre vassdragstiltak uten konesjon til konesjonsbehandling.

Når det gjelder reguleringskonesjoner, kan det i enkelte manøvreringsreglement være aktuelt å fastsette restriksjoner på fyllingen av magasinene, slik at man i perioder av året hvor det er fare for flom reserverer et visst buffervolum for å ta i mot flommen. Klimaendringene kan tilsi større grad av fyllingsrestriksjoner. Økende effektkjøring i vannkraftverkene kan også aktualisere mer bruk av manøvreringsrestriksjoner av hensyn til allmenne interesser. Slike restriksjoner vil imidlertid kunne medføre produksjonstap og redusert lønnsomhet, og må derfor avveies i forhold til dette.

Økt vannmengde vil også gi større potensial for opprustings- og utvidelsesprosjekter knyttet til eksisterende vannkraftanlegg. Det er naturlig å se muligheter for slike prosjekter i sammenheng med revisjon av konesjonsvilkår. Det foreligger allerede en strategisk føring i dag om at saksbehandlingen skal samordnes.

NVE legger vekt på at søknader om konesjon med konsekvensutredning, samt innspill fra høringsprosessen, skal gi et tilstrekkelig beslutningsgrunnlag. I vannkraftprosjekter er det først og fremst forhold knyttet til risiko for flom og skred som er beslutningsrelevant i forhold til klimaendringer i en konesjonsprosess. Begge disse temaene dekkes som standard i konsekvensutredningsprogrammer for vannkraftprosjekter. NVE mener da at kravet til gjennomføring av en risiko- og sårbarhetsanalyse i forbindelse med en konesjonssøknad kan dekkes gjennom konsekvensutredningen eller som krav i utredningsprogrammet. Når det gjelder beredskap og ulykkesrisiko knyttet til andre forhold ved prosjektet, mener NVE at dette dekkes av gjeldende regelverk i hovedsak knyttet til detaljplanleggingsfasen og senere i anleggs- og driftsfasen, jf. gjeldende forskrifter innen internkontroll, beredskap og damsikkerhet.

Risiko i forbindelse med havstigning er spesifisert som et nytt tema i konsekvensutredningen, jf. forskrift om konsekvensutredninger. Når det gjelder vannkraft vil NVE ta inn dette temaet i konsekvensutredningsprogrammet i den grad det anses relevant for det enkelte prosjekt.

Aktuelle tema knyttet til sikkerhet og beredskap er således omfattet av dagens praksis for konesjonsbehandling, men det kan være behov for å tydeliggjøre temaene i større grad enn tidligere.

Det kan i tiltagende grad bli aktuelt å se på konkrete tiltak i forbindelse med nye konesjoner eller opprustings- og utvidelsesprosjekter som kan bidra til å redusere sårbarhet og risiko i forbindelse med klimaendringer. Eksempler på tiltak det kan være aktuelt å vurdere er forsterkning og påbygning av demninger for å øke lagringskapasitet for flomvann, etablering av magasiner i uregulerte vassdrag, og overføring av vann fra flom-

eller skredutsatte vassdrag til andre vassdrag. Videre kan det være aktuelt å se på løsninger som kombinerer forebyggende eller avbøtende tiltak mot flom, skred og lignende med kraftutbygging.

I forbindelse med vassdragsdrift og vannkraftkonsesjoner vil det være nødvendig å avveie hensynet til klimaendringene i forhold til andre viktige interesser. En senkning av vannstanden i magasiner for å sikre tilstrekkelig bufferkapasitet for flomvann kan for eksempel komme i konflikt med landskapsinteresser, friluftsliv og båtferdsel. Tiltak mot erosjon kan komme i konflikt med kulturminner og gi uønskede miljøvirkninger. Dette kan gi grunnlag for målkonflikter som må vurderes i den enkelte sak. Tiltakenes kostnadseffektivitet vil derfor alltid måtte vurderes opp mot ønskede virkninger.

7.1.2 Tilpassing av dammer til endret klima

Dimensjonering av nye og kontroll av bestående dammer skal gjøres i henhold til de til enhver tid gjeldende forskrifter. Forskriftene forutsetter i utgangspunktet at dimensjonering og kontroll foretas ut fra definerte laster/laststørrelser, og retningslinjer angir hvordan disse skal fastsettes.

I damsikkerhetsforskriften kreves det at dammene er gjenstand for revurdering hvert 15. - 20. år, avhengig av konsekvensklasse. Formålet med revurderingene er blant annet å fange opp endringer i laster (flomstørrelser, bølger fra vind, istrykk, etc.) og endringer i forskriftskrav. I revurderingen skal det kontrolleres at dammene tåler alle laster og lastvirkninger de kan utsettes for. Dimensjonerende flomstørrelser skal for eksempel beregnes på nytt slik at endringer i datagrunnlaget for flomberegninger de siste 15. - 20. år (avh. av konsekvensklasse) fanges opp.

Fordi det ligger usikkerhet i flomberegningene og usikkerheten er vanskelig å kvantifisere skal det gjøres en klassifisering av beregningene knyttet til det tilgjengelige hydrologiske datagrunnlaget. Dette gir en støtte til vurderingen av eventuelle tiltak ved dammen eller vassdraget.

Gjentaksintervallet på revurderinger forventes å dekke behovet for tilstrekkelig raskt å fange opp klimaendringenes effekt i form av økte laster, uavhengig av om man betrakter lav, middels eller høy klimaframskrivning. NVE kan stille krav til laststørrelser og lastkombinasjoner som benyttes ved dimensjonering og kontroll. Ved usikkert datagrunnlag for flomberegninger og ved andre usikkerhetsmomenter forutsetter damsikkerhetsforskriften at dette blir tatt hensyn til. I og med at NVE skal godkjenne tekniske planer og revurderinger vil NVE påse at endrede laster og usikkerheter pga. klimaendringer blir tatt hensyn til, med regionale forskjeller og i forhold til dammenes bruddkonsekvenser.

Med de sårbarheter for klimaendringer dammer har eller kan ha, kan klimaendringer innebære at behovet for ombygging av dammer og flomløp vil øke. Det vil da kunne vurderes om økte flommer skal håndteres ved å øke avledningskapasiteten eller øke dempningsmagasinet ved høyere flomvannstand eller å kombinere dette. Det bør også vurderes om man skal tillate overføring av flomvassføring mellom vassdrag, noe som generelt ikke er tillatt i dag.

I damsikkerhetsforskriften stilles det krav om at dammer i bruddkonsekvensklasse 3 og 4 og de dammene i klasse 2 som NVE bestemmer, har betydelig nedtappingskapasitet for kontrollert senking av magasinet i en fare- eller ulykkesituasjon. Med hjemmel i vannressursloven kan NVE pålegge tapping i en uforutsett fare- eller ulykkesituasjon. Dersom klimaendringer i form av større flommer skulle utvikle seg så raskt at man ikke rekker å bygge om dammenes flomløp, vil denne tappekapasiteten kunne benyttes for raskt å etablere flomdempningsmagasin eller redusert vannstandsstigningen inntil dammen er ombygd.

Selv om det i dagens regelverk ligger inne sikkerhetsmarginer i fastsettelse av laster og fribord kan effekten av klimaendringene innebære at det kan bli behov for å skjerpe dagens krav til teknisk standard. Det kan være

nærliggende å vurdere strengere krav til fribord og til erosjonssikring av vannsiden på fyllingsdammer, selv om det foreløpig ikke er aktuelt slik klimafremskrivningene ser ut per i dag.

Levetiden på betongkonstruksjonene kan ventes redusert på grunn av raskere nedbrytning. Tempoet på fornyelser av slike konstruksjoner må forventes å øke.

Generelt må det også stilles krav til at overvåking og tilsyn med damanleggene under normal drift og i krisesituasjoner tilpasses sannsynlige klimaendringer, for eksempel at det tas hensyn til hyppigere forekomster av flommer på vinteren, og at planlegging av nødvendig vedlikehold og oppgradering tilpasses endringer i avrenningsmønster.

7.1.3 Flomdemping

I NOU 1996:16 *Tiltak mot flom* ble bruk av kraftverksmagasin med flomdemping som tilleggsgevinst drøftet. Flomdemping har aldri vært hovedformål ved vassdragsreguleringer i Norge. Reguleringsmagasinene i Aursunden, Storsjøen og Osensjøen er eksempler på reguleringsmagasiner som opprinnelig ble planlagt som flomdempingsmagasiner etter storflommen i Glomma og Lågen i 1910, men som ble utbygget til kraftproduksjonsformål.

I samme utredning ble det anbefalt å utrede mulighetene for å dempe flommer ved å ta en ekstra vannstandstigning i magasinet. Utredningene skulle ta sikte på å kartlegge damanlegg hvor slike tiltak ut fra en kost-/nyttevurdering kommer gunstig ut sammenlignet med alternative flomsikringstiltak i vassdraget nedstrøms. En slik utredning foreligger ikke ennå.

I et endret klima kan det bli aktuelt å vurdere nærmere om flomdempning i eksisterende og eventuelt nye magasin vi være mer hensiktsmessig enn å sikre nedover i selve det flomutsatte tettstedet.

7.1.4 Stormflo

En rekke kraftforsyningsanlegg er av naturlige årsaker lagt til områder som er forbundet med flom og havflommer (stormflo). Kunnskaper om og evt. endringer av fremtidig flomregime vil ha betydning for kraftforsyningen. I den grad det bygges opp et fagmiljø med ansvar for overvann og stormflo vil dette miljøet bli viktig som rådgivere for kraftforsyningen.

7.2 Regulering av nettvirksomheten

NVE anser at dagens lovverk og virkemidler i tilknytning til reguleringen av nettselskapene vil være godt egnet virkemidler i arbeidet med å sikre nødvendig klimatilpasning. Det vil også i fremtiden være viktig å følge opp at nettselskapene etterlever de til enhver tid gjeldende regler, fastsatt i lover, forskrifter og konsesjonsvilkår, gjennom tilsyn. Den økonomiske reguleringen vil da bidra til å dekke nettselskapenes kostnader og avskrivninger og gi en rimelig avkastning på investert kapital gitt effektiv drift, utnyttelse og utvikling av nettet. KILE-ordningen, som er en viktig insentivordning knyttet til avbrudd i strømforsyningen, vil bidra til at nettselskapene tilpasser leveringspåliteligheten optimalt selv om klimaendringer medfører økte påkjenninger på nettanleggene i fremtiden. De modeller som benyttes for å fastsette nettselskapenes inntekter tilpasses kontinuerlig til endringer i nettselskapenes rammevilkår. Hvis klimaendringer og –tilpasningsbehov medfører endrede rammevilkår på en måte som har betydning for nettselskapenes kostnader vil dette derfor bli tatt hensyn til. Det er forøvrig satt i gang et arbeid med å vurdere hvordan man best kan ta hensyn til visse typer beredskapsmateriell i den økonomiske reguleringen

7.2.1 Kraftsystemutredninger

Gjennom kraftsystemutredningene sikrer NVE at planleggingen av regionalnettet og sentralnettet koordineres. Ved å vurdere hvordan klima kan påvirke alternativ utvikling for kraftsystemet kan netteiere få bedre kunnskap om sin sårbarhet i møte med et endret klima.

7.3 Beredskap

NVEs arbeid med beredskap innen kraftforsyningen er omfattende. Selv om beredskapstilstanden i bransjen kan sies å være god, er dette et resultat av mange årtier med systematisk beredskapsarbeid i hele bransjen. Denne gode sikkerhetskulturen er et godt utgangspunkt å bygge videre på. Sett i lys av økende samfunnsårbarhet og ulike beredskapsmessige utfordringer har NVE i de senere år gradvis økt tilsynsvirksomheten ovenfor bransjen i henhold til krav hjemlet i beredskapsforskriften for kraftforsyningen. NVE planlegger videre forsterkning av beredskapstilsynene.

NVEs beredskapsfaglige veiledning og øvelsesvirksomhet for å synliggjøre behovet for beredskap har også gradvis økt de senere år. Øvelser brukes som viktig virkemiddel for å synliggjøre sårbarheter, bl.a. i forhold til naturen, men også avhengigheter til andre infrastrukturer og samfunnsfunksjoner.

7.4 Behov for forskning og utvikling

7.4.1 Vannkraft

Det er viktig å ha god kunnskap om hvordan klimaendringer påvirker produksjonen i dagens vannkraftverk, ettersom vannkraftverkene har en dominerende posisjon i elektrisitetsforsyningen. Arbeidet som pågår på dette området bør derfor fortsette. Fremtidens energisystem ser ut til å få større innslag av uregulert kraftproduksjon fra små vannkraftverk og vindkraftverk. Dette byr i seg selv på utfordringer for kraftsystemet, da det krever reguleringssevne. Dersom klimaet endrer slik at det blir større grad av samtidighet mellom vindstille og lite tilsig, vil etterspørselen etter reguleringssevne bli større enn i dag.

Eksisterende vannkraftverk med magasiner byr på reguleringssevne, men utviklingen i Europa ser ut til å gi høy etterspørsel etter reguleringssevne og dette kan da bli kostbart. Norge bør derfor, på lik linje med sine naboer, undersøke hvilke andre reguleringsmuligheter som finnes. Disse reguleringsmulighetene kan finnes både på tilbuds- og etterspørselssiden.

7.4.2 Damsikkerhet

Et pågående prosjekt er "Studie av klimaendringers virkning på dimensjonerende flom og sikkerhet mot dambrudd" i regi av Hydrologisk avdeling i NVE.

7.4.3 Andre FoU-tema

Samfunnets forventninger til hvordan selskapene i kraftsektoren bør tilpasse seg til et endret klima kan kommuniseres i forskjellige informasjonskanaler, slik som seminar, kurs, rapporter, forventningsbrev m.v. Statuskartleggingen i bransjen som NVE gjennomførte sommeren 2009 tilsier at det er behov for mer tilrettelagt informasjon for å sikre høyere grad av kunnskap og forståelse. Det å målrettet jobbe for å øke bevisstheten i bransjen vil i noen år fremover være en viktig pilar i en tilpassingsstrategi innen denne sektoren.

Forskningsresultater er i liten grad tilrettelagt for kraftforsyningen. Det å ”oversette” generell klimaforskning til et godt beslutningsgrunnlag for kraftforsyningens mange virksomheter vil være en viktig oppgave. Det at NVE i samarbeid med bransjen og forskningen tar en rolle innen dette området synes naturlig i forlengelsen av sektoransvaret som er tillagt direktoratet. Videre vil det være naturlig å identifisere og evt. initiere konkrete FoU-aktiviteter/program. Skal man sikre seg at en hel sektor med et hundretalls ulike virksomheter jobber systematisk med klimatilpassing vil det være viktig å etablere arenaer for godt samarbeid.

Behovet for kunnskap og innsikt er stort på en rekke områder som direkte eller indirekte vil påvirke norsk kraftforsyning. Stikkordsmessig kan man liste noen av de viktigste på kort sikt slik:

- Behov for å kartlegge klimaendringers mulige effekt på lynfrekvens og hvilke områder som kan være mest utsatt
- Hvordan havnivåstigning og stormflo evt kan påvirke kraftinstallasjoner
- Hvordan isingsforhold vil utarte seg med fremtidens klima
- Skogrydding i forbindelse med linjetraseer, hvor vokser det/vil det vokse, hvilken type skog, hva vil det si for bredden på ryddegater, evt målkonflikter knyttet til skogsdrift
- Endringer i vedlikeholdsbehov (på grunn av bl.a. saltkrystallisering, forvitring, slaggregn), og om dette vil det påvirke hvordan og hvor vi bygger
- Samspill med andre infrastrukturområder (slik som vei og tele), viktig å synliggjøre sektorovergrepene utfordringer som må tas hensyn til i samfunnsplanleggingen
- Mulige konsekvenser ved nytt flom- og skredregime og utfordringer for kraftforsyningsinstallasjoner i og ved regulerte og uregulerte vassdrag, samt skredutsatte områder
- Hvor er oppmerksomhetsområdene knyttet til klimalaster, behov for å bryte ned ”klimakart” til regionale/lokale kart for best mulig beslutningsgrunnlag
- Hvordan vind og vindretninger kan påvirke kraftforsyningsinstallasjoner
- Mer utredning

NVE jobber med å få på plass en egen klimatilpassingsstrategi for alle fagområder under direktoratets ansvarsområde. Denne strategien vil tentativt være på plass i løpet av 2010.

NVE vil i de kommende år ta initiativ til en rekke utredninger for å avdekke særskilte forhold knyttet til klimaendringer. På energiområdet vil NVE se grundigere på klimaendringers effekt på energisektoren som helhet og søke et samspill med ulike deler av forvaltningen, forskningen og bransjen for å innhente kunnskap om tilpassingsbehov for kraftbransjen, gi råd og formidle forventninger til kraftsektoren.

Dette arbeidet vil blant annet fokusere på:

- Tydeligere krav til å utrede mulige effekter av klimaendring og ta hensyn til dette gjennom konsesjonsprosessen, konsekvensutredninger og i kraftsystemutredninger.
- Tydeligere formidle krav i regelverk og bruke tilsynet til å bevisstgjøre om myndighetenes forventninger til klimatilpassing på eksisterende og nye anlegg
- Oppfølging av selskapenes reparasjonsberedskap, samt initiere beredskapssamarbeid med andre sektorer
- Behov for å vurdere kraftforsyningens risiko og sårbarhet i forhold til en rekke tema, slik som lyn, flom, stormflo, ising, skogrydding, skred m.m.
- Behov for å synliggjøre regionale utfordringer basert på fremskriving av klimascenario i den grad dette er mulig.

Kilder

- Cornish, E. (1993): *The Study of the Future. Maryland (USA): World Future Society*
- Cicero (2009): *Forventede klimaendringer og effekter i Norge med mulig betydning for kraftforsyningen*, Cicero Rapport 2009:09, Innbjør og Jære
- Cicero (2007): *Utviklingen av naturulykker som følge av klimaendringer*. CICERO Report 2007:03, Førland, E. J.; Amundsen, H; Hovelsrud, G. K.
- Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (2007), *Klimatilpassing 2007, Klimatilpassing i kommuner, fylkeskommuner og blant fylkesmenn*
- European Regulators Group for Electricity and Gas (ERGEG): *ERGEG Advice on Community-wide ten-year Network Development Plan*, Draft Version 11 21-11-2009
- Forsvarets forskningsinstitutt (2001):, *En sårbar kraftforsyning - BAS3*, FFI/rapport-2001/02381, Fridheim, Hagen og Henriksen
- Forsvarets forskningsinstitutt (1997): *Beskyttelse av samfunnet (BAS1)*, FFI/Rapport/97/01459, Hæskén, Olsen og Fridheim
- IEA (2009): *Key World Energy Statistics 2009*
- Killingtveit, Å. (2008): *Klimaendringer gir økt tilsig. Kan alt brukes i turbinene?*, Innlegg på Norges energidager 2008.
- Norsk klimasenter (2009): *Klima i Norge 2100*, Inger Hanssen-Bauer m.fl.
- NOU 1998:11: *Energi- og kraftbalansen mot 2020*, <http://www.regjeringen.no/nb/dep/oed/dok/NOU-er/1998/NOU-1998-11.html?id=141308>
- NOU 2000:24: *Et sårbart samfunn. Utfordringer for sikkerhets- og beredskapsarbeidet i samfunnet*, <http://www.regjeringen.no/nb/dep/jd/dok/nouer/2000/nou-2000-24.html>
- NOU 2006:6: *Når sikkerheten er viktigst, Beskyttelse av landets kritiske infrastrukturer og kritiske samfunnsfunksjoner- Infrastrukturutvalget*
- NVE (2005): *Aldersfordeling for komponenter i kraftsystemet*, NVE-rapport 2005:8
- NVE (2009): *Avbruddsstatistikk 2008*, NVE-rapport 2009:10, Fadum, Hege Sveaas m.fl.
- NVE (2009) *Nasjonal utbyggingsutredning for overføringsanlegg i elkraftsystemet*, NVE-rapport 2009:14
- NVE (2009) *Statusrapport: Klimatilpassing i kraftforsyningen*, NVE-rapport 16-09, Steen, Roger
- Office of the gas and electricity markets (Ofgem): *long-term electricity network scenarios (LENS) project*, <http://www.ofgem.gov.uk/networks/trans/electranspolicy/lens/Pages/lens.aspx>
- Ot.prp.nr. 62 (2008-2009) *Om lov om endringer i energiloven*
- Sintef Energiforskning (2008): *Kraftledninger, værpåkjenninger og forsyningssikkerhet*, Kjølle, G.
- SOU 2007:60 *Sverige inför klimatförändringarna - hot och möjligheter*
- Statnett (2009): *Nettutviklingsplan for sentralnettet*
- Vegdirektoratet (2008): *Forslag til Nasjonal Transportplan 2010-2019*

Lover og forskrifter

Energiloven (Lov av 29. juni 1990 nr. 50 om produksjon, omforming, omsetning og fordeling av energi)

Industrikonsekvensloven (Lov av 14. desember 1917 nr. 16 om erverv av vannfall, bergverk og annen fast eiendom mv.)

Forsyningsberedskapsloven (Lov om forsynings- og beredskapstiltak av 1956 (2003))

Plan- og bygningsloven (Lov om planlegging og byggesaksbehandling av 27. juni 2008 nr. 71)

Vannressursloven (Lov av 24. november 2000 nr. 82 om vassdrag og grunnvann)

Vassdragsreguleringsloven (Lov av 14. desember 1917 nr. 17 om vassdragsreguleringer)

Forskrift om beredskap i kraftforsyningen (beredskapsforskriften) (FOR-2002-12-16-1606)

Forskrift om produksjon, omforming, overføring, omsetning, fordeling og bruk av energi m.m. (energilovforskriften) (FOR-1990-12-07-959)

Forskrift om energiutredninger (FOR-2002-12-16-1607)

Forskrift om konsekvensutredninger (FOR 2009-06-26 nr 855)

Forskrift om sikkerhet ved vassdragsanlegg (damsikkerhetsforskriften) (FOR-2009-12-18-1600)

Denne serien utgis av Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE)

Utgitt i Oppdragsrapportserie A i 2010

- Nr. 1 Margrethe Cecilie Elster, Patricia Dawn Kennie: Nedre Otta kraftverk
- Konsekvenser av utbyggingsplanene - erosjon og sedimenttransport (32 s.)

- Nr. 2 Ånund Sigurd Kvambekk: Sauland kraftverk. Virkninger på vanntemperatur- og isforhold (16 s.)

- Nr. 3 Ånund Sigurd Kvambekk: Isforhold, temperatur- og saltmålinger i Holandsfjorden.
Fra start på bobleanlegget i oktober 2002 til april 2008 (132 s.)

- Nr. 4 Elisabeth Høvås, Helena Nynäs: Landsverneplan Statkraft 2010 (210 s.)

- Nr. 5 Klimautfordringer i kraftsektoren frem mot 2100. Utredning utarbeidet for Regjeringens klimatilpassingsutvalg av NVE. Hovedrapport (36 s.)



Norges
vassdrags- og
energidirektorat

Norges vassdrags- og energidirektorat

Middelthunsgate 29
Postboks 5091 Majorstuen,
0301 Oslo

Telefon: 22 95 95 95
Internett: www.nve.no