

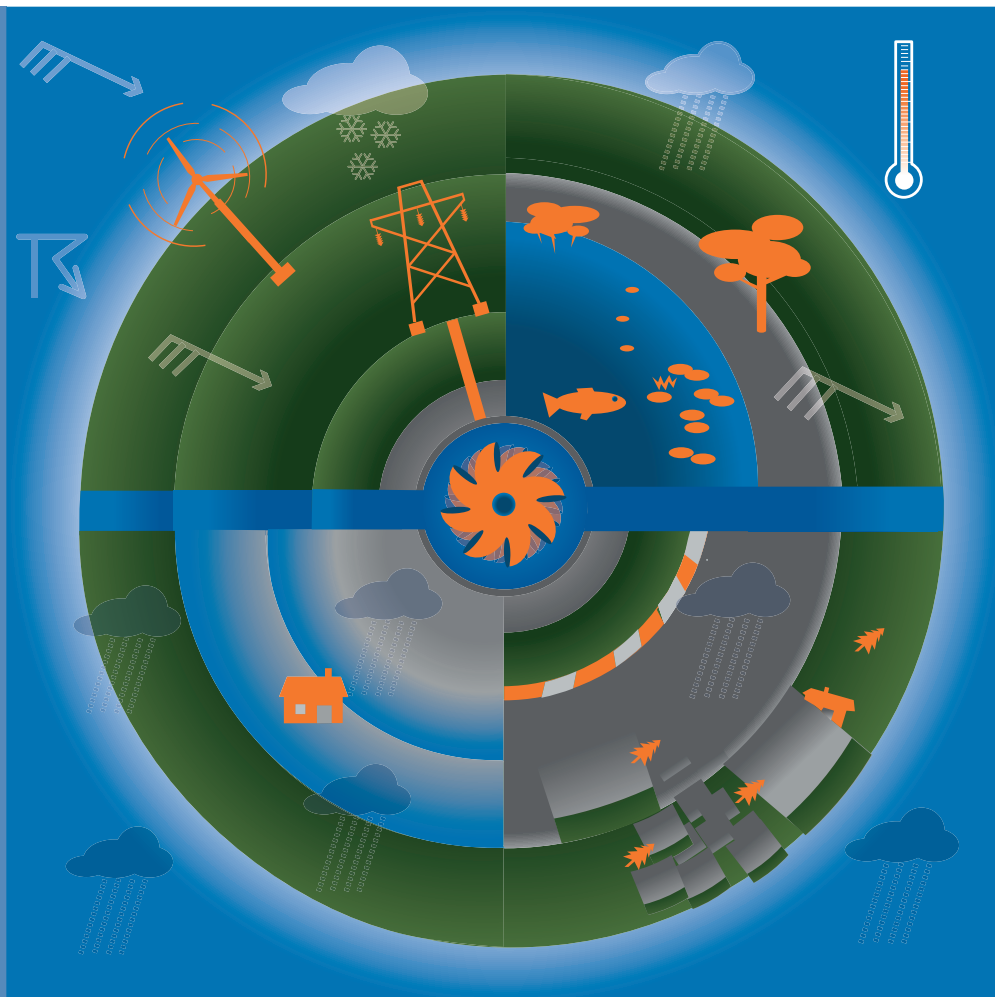


Klimatilpasning innen NVEs ansvarsområder

– Strategi 2010 - 2014

15
2010

R
A
P
P
O
R
T



Klimatilpasning innen NVEs ansvarsområder

Strategi 2010 - 2014

Rapport nr. 15

Klimatilpasning innen NVEs ansvarsområder – Strategi 2010 - 2014

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat

Redaktør: Arne T. Hamarsland

Fagansvarlige: Hege Hisdal, Turid Bakken Pedersen, Kjell Mølkersrød, Torodd Jensen, Thore Jarlset, Roger Steen, Kjetil Melvold, Martin Brittain, Erik Due

Trykk: NVEs hustrykkeri

Opplag: 500

ISSN: 1501-2832

ISBN: 978-82-410-0726-2

Ombrekking: Rune Stubrud, NVE

Forside: Grafikk: Rune Stubrud, NVE

Sammenheng: NVE har utarbeidet en samlet klimatilpasningsstrategi innen sine ansvarsområder. Det gis en systematisk gjennomgang av hvordan et fremtidig endret klima vil påvirke NVEs forvaltningsområder, hvordan NVE skal møte utfordringene, sårbarheter, muligheter og forslag til tilpasningstiltak.

Klimatilpasning er en dynamisk prosess. Det er derfor behov for å følge opp arbeidet kontinuerlig og korrigere kursen med jevne mellomrom. Klimatilpasningsstrategien med tilpasningstiltak er et grunnlag og en retningsgiver i NVEs virksomhetsplanlegging.

Emneord: Klima, klimatilpasning, hydrologi, flom, skred, vassdragsforvaltning, damsikkerhet, vassdragskonsesjoner, energikonsesjoner, miljøtilsyn, kraftforsyning, energietterspørsel

© Norges vassdrags- og energidirektorat, 2010

Henvendelser om denne rapporten rettes til:
Norges vassdrags- og energidirektorat
Drammensveien 211
0301 Oslo

Telefon: 22 95 95 95
Telefax: 22 95 90 00
www.nve.no

Forord

NVE sin klimatilpassingsstrategi er ein del av regjeringa si satsing for tilpassing til eit endra klima. I Olje- og energidepartementets tildelingsbrev 2010 til NVE er behovet for å vurdere klimatilpassingar innan NVE sine ansvarsområde presisert. Det er særleg viktig å vurdere tilpassingar for å ta hand om tryggleik og beredskap i kraftforsyninga samt å sikre samfunnet mot skred- og vassdragsulykker.

Klima er teke inn som fokusområde i NVE sin strategi for 2010–2014:

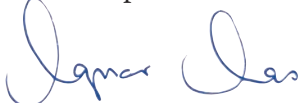
”Den verdsomspanande klimautviklinga vil gi ”villare, våtare og varmare vør” i områda våre. NVE har gjennom sitt hydrologiske målestasjonsnett ansvar for klimaovervaking, registrering og dokumentasjon av klimaendringar. Det er nødvendig med utstrakt datainnsamling, dokumentasjon og analyse for å kunne avdekkje dei forvaltingsmessige konsekvensane av klimaendringane for alle ansvarsområda til NVE, og for å kunne gjere dei nødvendige klimatilpassingane og tiltaka for å redusere dei norske klima-utsleppa.

NVE skal auke kunnskapen om klima gjennom formidling av måleresultat og analysar samt leggje til rette for bruk av hydrologiske data i ulike fagmiljø. NVE skal gjennomføre klimatilpassing på alle sine forvaltingsområde, med vekt på tiltak der klimaendring kan få særleg alvorlege konsekvensar. Viktige område er endring av krav og forskrifter til damtryggleik, vedlikehald, modernisering, tryggleik og beredskap i kraftforsyninga, bistand til flaum- og skredsikring og sikring av god arealbruk som førebyggjer fare.”

På direktørmøtet i NVE 5.5.2008 blei det vedteke mandat for NVE si klimagruppe. Eitt av mandatpunkta var at det skal utarbeidast ein strategi for tilpassing til klimaendringar innan NVE sine forvaltingsområde. Strategien skal vere eit bidrag til OED og regjeringa sitt arbeid med klimatilpassing. I tråd med NOU-arbeidet om klimatilpassing vurderer ein både utfordringar, moglegheiter og hensiktsmessige tilpassingar som eit endra klima kan føre med seg innan NVE sine forvaltingsområde.

Dokumentet gir ein systematisk gjennomgang av korleis eit framtidig endra klima vil verke inn på NVE sine forvaltingsområde, korleis NVE skal møte utfordringane, sårbarheit, moglegheiter og forslag til tilpassingstiltak. Kapittel 1 gir eit kort samandrag av NVE sin klimatilpassingsstrategi for dei som ønskjer ei rask oversikt over hovudlinjene. Kapittel 6 kan også lesast sjølvstendig for dei som ønskjer ei samla oversikt over dei viktigaste strategiane og tiltaka samt handlingsplanane innan NVE sine ansvarsområde. Det er derfor noko overlapping mellom desse to kapitla og dei andre kapitla i dokumentet. Klimatilpassing er ein dynamisk prosess. Det er derfor nødvendig å følgje opp arbeidet kontinuerleg og korrigere kursen med jamne mellomrom. Klimatilpassingsstrategien med tilpassingstiltak utgjer eit grunnlag for NVE si verksemdplanlegging.

Oslo, september 2010



Agnar Aas
vassdrags- og energidirektør

Innhold

Forord	3
Sammendrag, strategi og tiltak	6
2 Innledning	11
3 Klima, hydrologi, skred og havnivå	12
3.1 Klima- og hydrologiske variable	13
3.2 Klima, hydrologi, havnivå og skred de siste 30 år	14
3.3 Klima, hydrologi, skred og havnivå i fremtiden	17
3.4 Overvåkning av hydrologi	22
3.5 Usikkerhet	23
4 Virkemidler	24
5 Konsekvenser av klimaendringer innen NVEs forvaltningsområder	26
5.1 Skred- og vassdragsforvaltning	27
5.2 Damsikkerhet	30
5.3 Vassdragskonsesjoner	33
5.4 Energikonsesjoner	36
5.5 Miljøtilsyn	38
5.6 Kraftforsyning	39
5.7 Energietterspørsel	43
6 Strategi for klimatilpasning	46
6.1 Dynamisk tilpasningsstrategi	47
6.2 Overordnede mål og tiltak i klimatilpasningsarbeidet	48
6.3 Handlingsplan og FoU-behov innen forvaltningsområdene	49
Vedlegg 1 Mandat	57
Vedlegg 2 Definisjoner	59
Vedlegg 3 Referanser, bilder og fotografer	62
Vedlegg 4 Virkemidler	64



1

Sammendrag, strategi og tiltak

Et endret klima vil medføre både utfordringer og muligheter innen NVEs ansvarsområder. Norge er et langstrakt land med variert topografi. Endringene vil derfor gi ulike utslag i ulike deler av landet. Klimafremskrivningene er ingen fasit, de er beheftet med usikkerhet, særlig når det gjelder utviklingen frem mot år 2100. De grunnleggende trendene er imidlertid tydelige og dette gjør at vi vet nok til å handle nå.

De viktigste klima- og klimarelaterte endringer innen NVEs ansvarsfelt er:

- Temperaturen vil øke, mest om vinteren og i Nord-Norge
- Årsnedbøren vil generelt øke, mest om vinteren og våren. Sommernedbøren vil generelt avta, mest på Øst- og Sørlandet. Høstnedbøren vil øke i alle regioner
- Det vil bli flere lokale, intense nedbørepisoder
- Avrenning i vintermånedene vil øke betydelig, mens avrenning i sommerhalvåret generelt reduseres
- Flomfaren vil øke høst og vinter og regnflommene blir generelt større
- Det vil bli mer sommertørke på Øst- og Sørlandet
- Brearealet vil reduseres
- Bresmeltingen og bretilsiget vil øke på kort sikt, men avta på lang sikt ettersom breene smelter vekk
- Snøskred og løsmasseskred kan komme i områder der det tidligere ikke har gått skred

Endringer i klimaet medfører behov for en løpende klimatilpasning for å unngå uønskede hendelser, som kan medføre fare for menneskeliv og ramme viktig infrastruktur og samfunnsfunksjoner.

Klimatilpasning kan innebære både fysiske tiltak og tiltak for å få nok kunnskap om klimaendringene til å kunne fatte hensiktsmessige beslutninger.

Klimaendringene vil komme med ulik hastighet og gi forskjellig utslag i ulike deler av landet. De beslutninger NVE fatter, har ulik tidshorisont. Strategien for klimatilpasning må avspeile denne virkeligheten slik at NVE gjør de rette tingene på rett tidspunkt. For å greie dette må strategien tilpasses ny kunnskap og være dynamisk.

En dynamisk strategi for klimatilpasning bør bygge på følgende prinsipper:

- Tiltak/beslutninger som har kort levetid vurderes ut fra dagens klima
- For tiltak/beslutninger med lang levetid, vurderes det om de må bygges for å tåle klimaendringen som forventes i løpet av levetiden, eller om de utformes ut fra dagens klima, men klargjort for forsterkninger/endringer
- Tiltakene/beslutningene bør være klimarobuste, dvs. at de bør fungere etter hensikten selv om klimautviklingen blir noe annerledes enn forutsett
- Klimatilpasninger som også bidrar til måloppnåelse på andre områder (naturvern, flomvern, forsyningsikkerhet osv.) er vinn-vinn tilpasninger og bør prioriteres høyt
- Klimatilpasninger som er kostnadseffektive og som fungerer like godt eller bedre med forventede klimaendringer, bør få høy prioritet
- Kostnadskrevende tilpasningstiltak der virkningen reduseres av forventede klimaendringer bør prioriteres lavt

NVE må ha særlig oppmerksomhet på de av NVEs forvaltningsområder der klimaendringer ventes å få særlig alvorlige konsekvenser. Dette kan omfatte endring eller presisering av krav og forskrifter innen NVEs forvaltningsområder, slik som krav til vedlikehold, modernisering, sikkerhet og beredskap i kraftforsyningen samt krav til damsikkerhet. Det kan også omfatte bistand til flom- og skredsikring og å sikre god arealbruk som forebygger fare.

NVE vil øke kunnskapen om klimaendringer og effekt på hydrologi gjennom formidling av måleresultater og analyser, samt ved å tilrettelegge for bruk av hydrologiske data i ulike fagmiljø.

For å nå disse målene skal NVE ha høy faglig kompetanse, kartlegge tilpasningsbehov og tilpasningstiltak samt sikre tilstrekkelig bevissthet blant aktørene innen NVEs ansvarsfelt. Dette skal skje ved at NVE analyserer behov, gir veiledning og bistand samt formidler krav om tilpasning. NVEs klimatilpasningsarbeid skal bygge på dialog og samvirke med aktuelle aktører innen forvaltning, forskning og næringsliv. For å sikre at NVE har oppdatert kunnskap om klimaendringer, bør:

- NVE styrke fokus på overvåking og FoU-aktivitet for å følge med på hvordan klimaendringene påvirker NVEs ansvarsområder
- NVEs klimatilpasningsgruppe omdefineres til fastgruppe for klimatilpasning

Skred og flomrisiko

Klimatilpasning skal integreres i de ulike arbeidsområdene. Råd/krav/tiltak med kort tidshorison baseres på historiske klimadata. Ved lengre tidshorison vurderes tilpasning til klimafremskrivninger. Kartlegging og sikring prioriteres etter risiko og nytte/kost. Klimautviklingen tilsier at tiltak mot skred-, flom- og erosjonsfare i mindre, bratte, masseførende vassdrag med stort skadepotensiale prioriteres. NVE skal bidra til at hensynet til et endret klima blir ivaretatt i arealplanleggingen.

Damsikkerhet

Klimaendringer påvirker damsikkerheten og oppfølging av kravet om flomberegning og revurdering hvert 15. år må ha fokus. Det prioriteres å fremskaffe økt kunnskap om hvordan klimaendringer påvirker f.eks. istrykk og hvilke geografiske områder, damtyper og flomløp som er mest sårbare.

Vassdragskonsesjoner

Konsesjonsbehandling av vannkraftanlegg samt fornyelse av tidligere konsesjoner, brukes som virkemiddel for å tilpasse anleggene og driften av disse til klimaendringene. Den konkrete vurderingen gjøres i den enkelte sak.

Energikonsesjoner

Det bør legges vekt på å undersøke og ev. unngå linjetraseer som er skred- eller værutsatte. Det synes ikke å være behov for vesentlige endringer innen vindkraft.



Miljøtilsyn

Ved tilsyn av anlegg og internkontrollsystem legges det økt vekt på at konsesjonær har tatt hensyn til relevante klimaendringer.

Kraftforsyning

NVE og aktørene har behov for bedre kunnskap om hvordan et endret klima vil påvirke kraftforsyningen. Klimaendringer vil være viktige fokusområder i konsesjonsprosesser, konsekvens- og kraftsystemutredninger samt ved vurdering av reparasjonsberedskap og kraftforsyningens sårbarhet overfor ulike klimavariabler.

Hydrologi

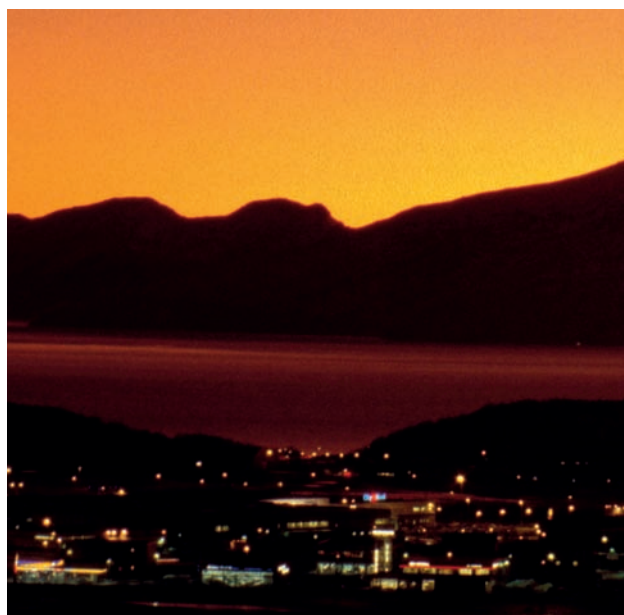
Det er behov for mer kunnskap om hvordan flom og tørke samt kryosfæren vil endres i et fremtidig klima. Økt usikkerhet medfører behov for å utvikle metoder for å kvantifisere usikkerheten, formidle resultatene og beslutte under økt usikkerhet.



Tiltak

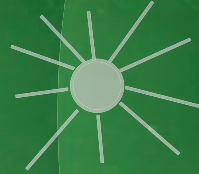
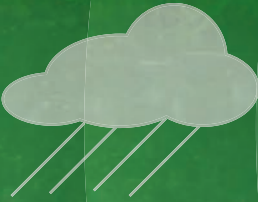
De viktigste enkelttiltakene NVE skal gjøre for å møte klimaendringene er å:

- ▶ Analysere og utvikle nettet av hydrologiske målestasjoner slik at dette dekker behovet for overvåking av endringer i hydrologi og kryosfæren
- ▶ Ta hensyn til klimaendring ved prioritering og gjennomføring av faresonekartlegging for skred
- ▶ Legge økt vekt på faresonekartlegging mot skred og flom i små bratte vassdrag med stort skadepotensial
- ▶ Utarbeide retningslinjer og bistå kommuner med faresonekartlegging for skred og flom
- ▶ Oppdatere flomsonekart for vassdrag der det forventes mer enn 20 % økning i 200-års flom
- ▶ Legge økt vekt på bistanden til sikringstiltak mot skred og flom mot små vassdrag med stort skadepotensiale og fare for menneskeliv
- ▶ Bistå kommunene i arealplanleggingen og i risiko- og sårbarhetsanalyser med fokus på fareområder innen NVEs ansvarsområder
- ▶ Bidra til regionale planer etter plan- og bygningsloven om tilpasning til klimaendringer
- ▶ Styrke fokus på samarbeid med kommuner, fylkeskommuner og statlige organ i farevurderinger og tilpasninger til klimaendringer
- ▶ Følge nøye opp at dameierne innfrir damsikkerhetsforskriftens krav om ny flomberegning og revurdering av dammene med størst skadepotensiale hvert 15. år
- ▶ Kartlegge/analysere hvilke dammer/damtyper som er mest sårbare for klimaendringer
- ▶ Tilpasse konsesjonsvilkår for vannkraft til endret tilsigsmønster og endret kjøring av kraftverkene/magasinene
- ▶ Ta økt hensyn til klima og klimatilknnyttede hendelser som f.eks. økt skredfare ved valg av kraftlinjetraséer
- ▶ Kontrollere at konsesjonærene har innarbeidet hensynet til relevante klimaendringer i sitt internkontrollsystem
- ▶ Kartlegge og følge opp kraftbransjens holdninger og handlinger vis-a-vis relevante klimaendringer
- ▶ Utrede klimaendringenes effekt på energisektoren som helhet
- ▶ Øke innsatsen på FoU innen klimaendringer og NVEs forvaltningsområder
- ▶ Kreve at klima og endringer i klima er tilstrekkelig belyst i søknader NVE får til behandling/avgjørelse etter vassdrags- og energiloververket
- ▶ Innarbeide klimahensyn ved revisjon av veiledningsmateriell



2

Innledning



Klimaet har store naturlige variasjoner, og dette har opp gjennom menneskehetens historie bydd på utfordringer. Det å måtte tilpasse seg endringer i klimaet er derfor ikke noe nytt. Men omfanget av endringene og hastigheten de skjer med, ser ut til å bli vesentlig større i fremtiden enn det vi har opplevd til nå. En vesentlig faktor i de menneskeskapte klimaendringene, er oppvarming som følge av våre klimagassutslipp.

Klimautfordringen er todelt. Det ene er tiltak for å begrense klimagassutslippene slik at klimaendringenes omfang begrenses. Det andre er tiltak for best mulig tilpasning til de endringene som likevel vil komme. Sistnevnte utfordring er utgangspunktet for NVEs klimatilpasningsstrategi.

Klimafremskrivninger er ingen fasit og usikkerheten om vårt fremtidige klima knytter seg til flere forhold. For det første har vi en naturlig klimavariasjon. Denne påvirkes av naturlig klimapådriv som for eksempel vulkanutbrudd og endringer i solinnstrålingen. For det andre har vi menneskeskapt klimapådriv i form av utslipp av klimagasser og partikler samt hogst og endret arealbruk. Ufullstendig kunnskap om klimaet og mangelfulle klimamodeller, bidrar også til usikkerheten. I tillegg vil den globale samfunnsutviklingen kunne påvirke det fremtidige klimaet. Det er imidlertid stor grad av enighet om at vi, til tross for usikkerhetene, vet nok til å handle nå. En del trender er tydelige og usikkerheten går mest ut på hvor stor endringen blir f.eks. i 2050 og i 2100, ikke i hvilken retning det går.

Et endret klima kan medføre store utfordringer for jordas befolkning. Det er derfor stor internasjonal oppmerksomhet og aktivitet på dette fagområdet. FNs klimapanel (IPCC) presenterte sin fjerde rapport om fremtidens klimaendringer i 2007 og arbeidet med rapport nummer fem er i gang.

I internasjonal sammenheng står Norge godt rustet til å håndtere de direkte virkningene av klimaendringene. Sårbarhetsindeksen Climate Change Vulnerability Index har vurdert 166 land ut fra hvor godt rustet de er til å takle de klimaendringene de står overfor. I 2009 toppet Norge denne listen sammen med Finland og Japan.

I en globalisert verden er vi imidlertid avhengig av utviklingen i andre land. Dersom klimaendringene i andre deler av verden medfører store endringer der, vil dette kunne påvirke forholdene her hjemme mer enn de direkte klimaendringene. NVEs klimatilpasningsstrategi avgrenses til de tilpasningene Norge må gjøre for å begrense sårbarheten for de direkte effektene av endringer innen NVEs ansvarsområde. Utfordringer knyttet til for eksempel endringer i verdens matvareproduksjon, er derfor ikke med.

Regjeringen har nedsatt et utvalg som i november 2010 skal levere en NOU om Norges klimatilpasning. Parallelt med dette har mange samfunnssektorer planlagt eller iverksatt aktiviteter for å være forberedt på endringer i klimaet.

NVEs klimatilpasningsstrategi skal bidra til at NVE tar hensyn til de kommende klimaendringene i sin forvaltning innen vassdrags- og energisektoren.

Dokumentet gir en oversikt over klima og hydrologi frem til nå og forventede endringer frem mot år 2100. I tillegg belyses aktuelle virkemidler for å få til nødvendig klimatilpasning.

Med dette som utgangspunkt, gjennomgås NVEs ulike forvaltningsområder, sårbarhet, muligheter og mulige tilpasninger til et endret klima. Avslutningsvis presenteres strategi, handlingsplan og FoU-behov innen NVEs forvaltningsområder.

3

Klima, hydrologi, skred og havnivå



3.1 Klima- og hydrologiske variabler

Analyser av historisk klima, studier av konsekvenser av klimaendringer og arbeidet med klimatilpasning, har behov for informasjon om ulike variable. Viktige klimavariabler som påvirker NVEs forvaltning er temperatur, nedbør, luftfuktighet og vind. Disse virker igjen inn på hydrologiske variable som vannføringen i elver, inkludert flomforhold og tørke, snø, breer, sedimenttransport, grunn- og markvann og fordampning som igjen virker tilbake på klimaet. Oseanografiske variable, for eksempel stormflo og havnivå er også viktige. Informasjon om klima, hydrologi og oseanografi danner et grunnlag for NVEs arbeid med energi, vassdrag og skred. Endringer i disse variablene kan få både positive og negative konsekvenser for våre virkeområder.

I arbeidet med klimatilpasning er det viktig at variablene er tilgjengelige i en relevant skala i tid og rom. For å vurdere effekten av klimaendringer i små nedbørfelt er det behov for en nedskalering til 1 km² eller mindre. For enkelte formål vil en tidsoppløsning på år være tilstrekkelig, men som regel kreves en finere tidsoppløsning. For ekstremer, kan det være behov for tidsoppløsning på under én time.



Det er også behov for informasjon om eventuelle endringer i frekvens, variabilitet og hvordan endringene vil foregå. Eksempler på viktige spørsmål er: Vil hyppigheten av intense nedbørepisoder øke? Blir det storm oftere? Vil noe som ansees som ekstremt i dag være vanlig om 50 år? Vil fremherskende vindretning endres? Blir det større variasjon i temperaturen fra år til år? Blir det en gradvis endring eller brå overganger? For å kunne iverksette skadereduserende tiltak er informasjon om endringer i ekstremverdier og variable som har betydning for naturskader viktige. Dette omfatter ulike typer skred, storm, flom og tørke. Informasjon om endringer i flom- og skredforhold vil også få betydning for risiko- og sårbarhetsanalyser (ROS-analyser) i kommuner og fylker.

De menneskeskapte klimaendringene virker inn på samfunnet både direkte og indirekte (Figur 1). Indirekte effekter kan gå gjennom ett eller flere ledd, for eksempel gjennom endringer i hydrologiske variable (som virker på samfunnet) eller som vil ha en effekt på skredfrekvensen som igjen har en effekt på samfunnet. Et eksempel på en direkte effekt, kan være økt hyppighet av råteskader som følge av mer slagregn. Eksempler på indirekte effekter kan være flere flommer og skred som gir skader på bygninger og infrastruktur.

Behovet for informasjon om klima, hydrologi og oseanografi i forbindelse med vurdering av risiko for skader og klimatilpasningstiltak innen NVEs forvaltningsområder er for eksempel knyttet til:

- Dimensjonering og plassering av infrastruktur, for eksempel innen energisektoren
- Kartlegging av fare (flom, skred, havnivåstigning) og arealplanlegging
- Produksjon av fornybar energi
- Energietterspørsel (oppvarming og avkjøling)
- Dimensjonerende vindlaster
- Dimensjonerende flom for eksempel i forbindelse med flomsikringstiltak
- Ising på infrastruktur, for eksempel ledningsnett
- Forekomst av lyn og el-forsyningsikkerhet
- Vurdering av endringer i fare for skred
- Beredskap og varsling

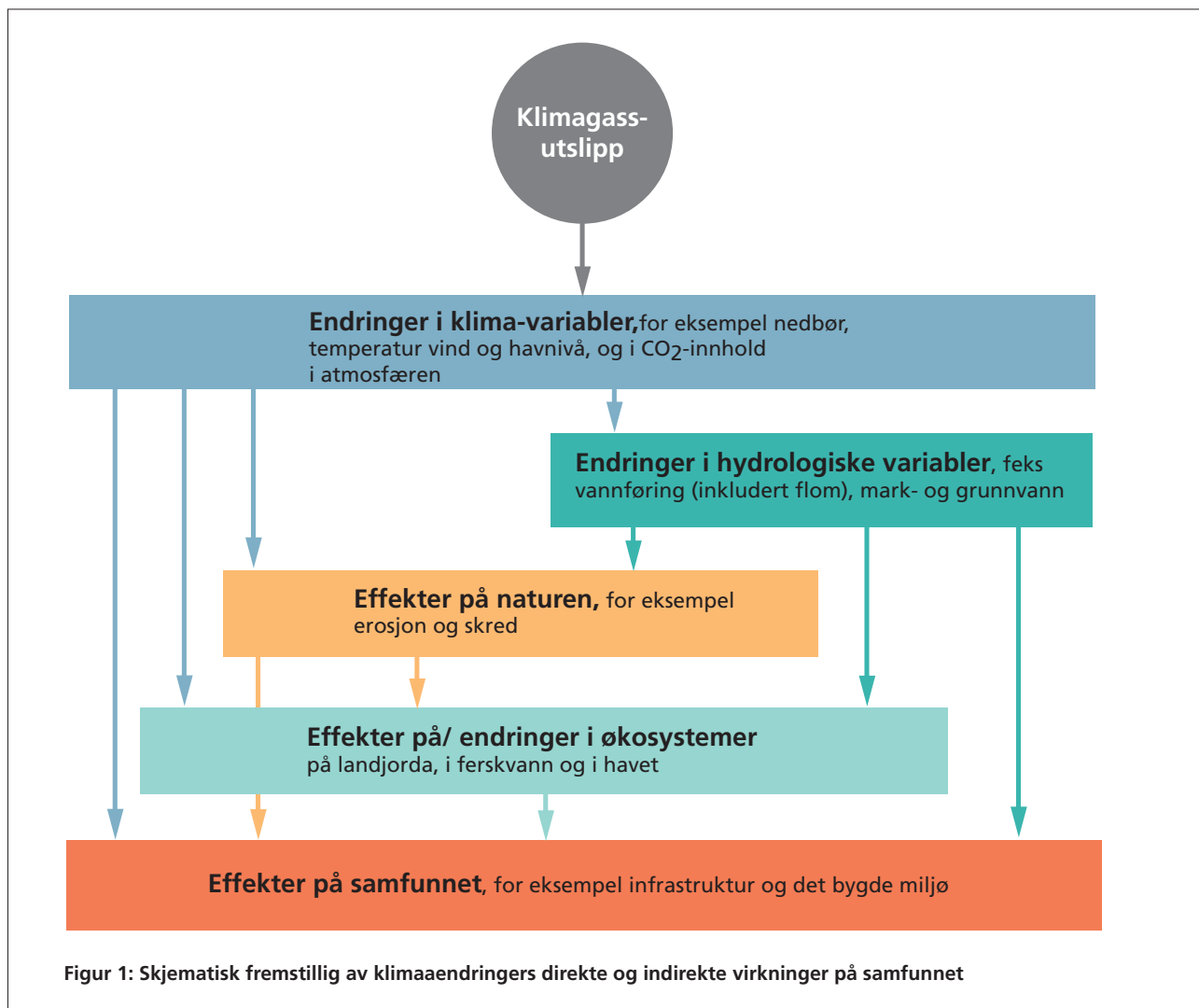
I tillegg til å vurdere én enkelt variabel, må man også fremskaffe kunnskap om endring i forekomsten av ugunstige kombinasjoner av variable. For vurdering av skredfare vil det for eksempel være viktig å vite noe om endringer i kombinasjonen av mye nedbør, vind og gitte temperaturintervaller. Andre eksempler er regn etter en lang og tørr frostperiode som kan gi stor overflateavrenning og erosjonsskader, endret

hyppighet av temperaturer rundt null, som igjen vil påvirke is- og snøforhold og høy temperatur og lite nedbør over lengre tid som gir tørke.

Verdien av fremskrivninger av klima og hydrologi reduseres dersom usikkerheten er stor. I tillegg til informasjon om forventede endringer i forskjellige variable, er derfor en vurdering av usikkerheten viktig.

Følgende hydrologiske, oseanografiske og klimavariabler har betydning for NVEs forvaltningsområder:

- Temperatur (Eksempler på at én variabel kan være mye forskjellig: årsverdier, sesongverdier, månedsverdier, døgnverdier – gjennomsnitt og ekstremer, antall dager med temperatur over en bestemt verdi eller under en bestemt verdi, endring i hyppighet av temperatur rundt 0, osv.)
- Nedbør
- Luftfuktighet
- Vind, styrke og retning
- Frekvens av lynnedslag
- Snø, antall dager med snø, snødybde, snøens vann-ekvivalent, snølaste, snøprofiler
- Permafrost og teledyp
- Endringer i temperatur- og isforhold på vann og vassdrag
- Fordampning
- Vannføring, inkludert flom
- Grunn- og markvann
- Tørke
- Breers massebalanse
- Sedimenttransport
- Bølgehøyder
- Stormflo
- Havnivå



3.2 Klima, hydrologi, havnivå og skred de siste 30 år

Oppsummeringen av dagens klima og hydrologi er relatert til normalperioden 1961-90. Teksten er basert på rapporten "Klima i Norge 2100" (1)

Temperatur

Observert årsmiddeltemperatur er 0,57 °C høyere i perioden 1979-2008 enn for perioden 1961-1990 for hele Norge. Økningen er størst på Østlandet (0,63 °C) og minst på Vestlandet (0,47 °C). Størst økning er observert om vinteren med 0,98 °C for hele landet. Økningen er størst på Østlandet (1,34 °C) og i indre Finnmark (1,13 °C). På landsbasis er økningen 0,53 °C om våren, 0,37 °C om sommeren og 0,33 °C om høsten. Økningen er størst om våren i Finnmark (0,68 °C) og på Østlandet (0,63 °C). Om sommer og høst er det størst økning i Trøndelag med henholdsvis 0,44 °C og 0,39 °C. Antall fyringsgraddager har gått ned med mer enn 300 i store deler av Østlandet, i indre strøk av Trøndelag og Nordland og i store deler av Finnmark. Reduksjonen er på 100-150 graddager i ytre strøk på Vestlandet og i Trøndelag. Antall døgn med døgnmiddeltemperatur på over 20 °C har økt på Østlandet og omfatter nå store deler av Sørlandskysten og mindre områder i Rogaland og Hordaland.

Nedbør

Årsnedbøren har økt over fastlands-Norge med 5 % for perioden 1979-2008, sammenliknet med perioden 1961-1990. På Vestlandet er økningen på 5-10 %, men størst prosentvis økning er i et mindre område i indre Troms og i sørvestlige deler av Finnmarksvidda. Minst økning (4 %) har det vært på Østlandet, i indre Trøndelag og i Nordland. Vinternedbøren har økt mest med 17 % for hele Norge, men på Vestlandet er økningen på 25 %. Økningen er minst på Østlandet (8-9 %). Om høsten har nedbøren avtatt med 3 % på landsbasis. Den har bare økt i Finnmark (2-3 %). Om våren har nedbøren økt med 10 % på landsbasis, mest i indre Finnmark (15 %). Om sommeren er økningen på 2 % for hele landet, men nordligere del av Vestlandet og Troms har en ubetydelig nedgang (1-2 %).

Vind

Mangel på homogene serier gjør det vanskelig å si noe om endringer i vindforhold. De fleste undersøkelser som er gjort konkluderer med at man ikke finner noen klare trender.

Avrenning

En forutsetning for valg av stasjoner i hver region,

er at det finnes dataserier med datadekning i hele perioden fra 1961-2008, og at seriene ikke er påvirket av regulering. Dette gjør at endringene i noen regioner bygger på svært få stasjoner.

Basert på observasjoner fra vel 50 stasjoner, ser vi at årsavrenningen for Norge sett under ett har økt med 2,5 % for perioden 1979-2008 i forhold til normalperioden. Størst økning har det vært i breelver fra Jostedalbreen (10 %). I lavlandet på Østlandet, på Vestlandet og i Troms er økningen på vel 5 %. På Fosenhalvøya og i Nordland har årsavrenningen avtatt ubetydelig. Disse endringene er relativt små sammenliknet med de variasjonene man kan ha fra et år til et annet.

Det er lokale forskjeller i endringene av sesongverdiene i de ulike regionene. På Vestlandet er det avvik mellom stasjoner ytterst på kysten og i de indre fjordbunnene. På Østlandet fører flomdemping i store innsjøer til forskjeller under vårflommen. For vint-eren er økningen på hele 23 %, men med betydelig variasjon fra region til region. Størst økning er det på Østlandet med 51 % i lavlandet og 35 % i fjellet. Økningen er også på vel 30 % i Troms. Økningen er minst i Finnmark (1 %) og i Midt-Norge (8 %). For våren er økningen på i underkant av 6 % for hele landet. Økningen er størst i Troms (16 %) og i breelvene (15 %). På Fosen har avrenningen avtatt med 4 % om våren, ellers er det små endringer. Sommeren og høsten har hatt en reduksjon i avrenningen på ca 1 %. Øst-, Sørlandet, Fosen og Nordland er blitt tørrere om sommeren. På Sørlandet har sommeravrenningen avtatt med 13 %. I breelvene og i Midt-Norge har avrenningen økt med 8 % og 6 %. Om høsten har avrenningen i breelvene og i Troms økt med 10 %, mens det har avtatt fra Vestlandet til Nordland.

Den klareste endringen som er påvist, er økningen i vinteravrenningen på Østlandet. At økningen er større i lavlandet enn i fjellet, viser at det må ha vært flere mildværsdager med smelting kombinert med regnvær enn i normalperioden.

Den mest konsistente økningen er likevel påvist i brevassdragene. Der øker avrenningen i alle sesonger. Mens breer i Jotunheimen har minket betydelig, har de vestlige, mer maritime breene økt siden 1988 og frem til omkring 2000. Etter dette har også disse minket. Økning i breavrenningen fra 1993 om sommer og høst må skyldes økt bresmelting kombinert med endring i nedbør i den brefrie delen av feltet.

Flom og tørke

Når det gjelder flom, er det ingen klar tendens til at årets største flom har blitt større. Det er imidler-

tid en viss tendens til at antallet flomhendelser av en viss størrelse har økt langs kysten fra Hordaland til Nordland, mens det har vært en reduksjon ellers i landet. Dette skyldes antakelig i hovedsak at nedbøren faller som regn i høyere nivåer enn før som en følge av økt temperatur, og ikke nødvendigvis at nedbørintensiteten har økt vesentlig. Det vi imidlertid ser, er at snøsmeltingen og dermed vårflommen kommer tidligere på grunn av økt temperatur.

Det er en tendens til at varigheten av tørkeepisoder (perioder med lav vannføring) om sommeren i Sør-Norge har økt (2).

Snø

Trender i årlig maksimal snømengde er beskrevet av Bache Stranden og Skaugen (2009) (3). Man finner ingen signifikante trender når dataene sees samlet for Norge eller regioner i Norge. En vurdering av snømålinger i Sør-Norge viser imidlertid at for områder under ca. 700 moh. har snømengden avtatt, mens den har økt over ca. 900 moh. Dette kan bety at under 700 meter kommer en større andel av nedbøren som regn pga. økt temperatur, mens man over 900 m har en positiv trend pga. økt nedbør i form av snø.

Isforhold

Det finnes få lange tidsserier for islegnings- og isløsningstidspunkter fra norske innsjøer og elver men en analyse av 27 lange tidsserier (ca. 150 år) fra den nordlige halvkule har vist at islegging er forsinket med ca. 6 dager per hundre år mens isløsningen er fremskyndet med samme rate. Dette har resultert i at den islagte perioden er redusert med nesten 14 dager. Noen data for de siste 30-40 årene indikerer at forandringen har skjedd raskere i denne perioden enn i foregående perioder.

Breer

Massebalansen på breene i Norge varierer over tid og mellom regioner. Mange kystnære breer opp til Lofoten hadde tilvekst på 1970-tallet og på 1990-tallet, mens de har hatt massetap etter år 2000. Innlandsbreer og breer i Troms og Finnmark ser ut til å ha hatt massetap siden før 1961. Endring fra siste normalperiode er tilnærmet ved å sammenligne middelverdier for åra i normalperioden (fra 21 til 30 år i perioden 1961-90) med perioden 1979-2008. Vinterbalansen har da økt med 3 % (fra -3 til +9 %) mens sommerbalansen har økt med 8 % (fra 3 til 16 %), (4). Målinger av brefronter viser stor tilbakegang for de fleste breer i Norge. Resultat fra måling av 27 breer i Norge i 2009 viser at tilbakegang i hele landet de ti siste årene forsetter. På 1990-tallet var de kystnære breene unntaket i verdenssammenheng da de gikk

frem. I dag er utviklinga for breene i stor grad i samsvar med utviklingen i resten av verden.

Nedsmelting av isbreer har i enkelte tilfeller ført til jøkulhlaup, som er store tappinger av bredemte sjøer. Den største var ved Blåmannsisen i Nordland i 2001 hvor 40 millioner kubikk vann ble tappet under isbreen i løpet av litt over et døgn, fordi isen hadde smeltet ned og blitt så tynn at den ikke lenger klarte å demme opp vannet. Endringer i breer som følge av klimaendringer kan gi store endringer i vannføring, utbredelse og farbarhet, lokalklima, flommer og isras.

Havnivå

Satellitt- og vannstandsmålinger viser at det globale havnivået stiger ørlite hvert år. Dette skyldes oppvarming av havet og smelting av is på land. I løpet av de siste 100 år har det globale havnivå steget med rundt 17 cm. På tross av denne stigningen, har landheving gjort at mesteparten av norskekysten har hatt en netto senking av havnivået etter siste istid (17).

Ekstremvannstand (stormflo) med ulike gjentaksintervall, angitt i cm over 0-koten (NN1954) er beregnet av NVE på grunnlag av observerte data.

Skred

Skred forekommer særlig i bratt terreng, med unntak av leirskred i lavlandsområder under marin grense. Det skilles gjerne mellom snøskred, løsmasseskred og fjellskred/steinsprang. Skred skjer ofte overraskende og skadene kan bli store. Er det bebyggelse eller infrastruktur i området, kan skred gi omfattende materielle skader og også tap av menneskeliv. Været er en av de viktigste utløsningsfaktorene for skred.

Avhengig av vanninnholdet i snøen, skiller man mellom tørrsnøskred, våtsnøskred og sørpeskred. Snøskred forårsakes av ekstreme værforhold (5). Det er nedbør, temperatur og vindforhold som styrer utløsningsmekanismene (6).

Løsmasseskred omfatter kvikkleireskred og jordskred/flomskred. Grunne jordskred i bratt terreng kan utløses av store nedbørsmengder og/eller snøsmelting. Dette medfører høyt porevannstrykk som reduserer styrken i løsmassene.

Kvikkleireskred utløses vanligvis av terrenginngrep eller som følge av erosjon i elver og bekker, gjerne i perioder med høyt poretrykk. Langvarige perioder med intensiv nedbør og stor vannføring øker faren for kvikkleireskred både som følge av økt poretrykk og økt erosjon. Også brå senking av vannstanden



langs skrånninger med kvikkleire kan gi økt skredfare fordi poretrykket er høyt og motvekten som vannet utenfor skrånningen gir blir redusert (7).

Kompleksiteten for steinsprang og fjellskred er større. Steinsprang løses ofte ut av fryse-/tineprosesser. Fjellskred kan vanskelig knyttes til bestemte vørelementer (5,6).

3.3 Klima, hydrologi, skred og havnivå i fremtiden

I oversikten nedenfor, basert på Hanssen-Bauer m.fl. (2009) (1) oppsummeres forventete endringer i klima fra 50 ulike fremskrivninger basert på statistiske metoder og 22 fremskrivninger basert på dynamiske metoder. Det er beregnet 10- og 90-persentiler av endringer i seks temperaturregioner og 13 nedbørregioner. Det er beregnet økning for året og de fire årstidene for høy, midlere og lav fremskrivning basert på 90-persentilen, medianen og 10-persentilen.

Klimafremskrivninger er basert på antakelser om fremtidige utslipp av drivhusgasser (utslippsscenarioer). Disse scenariene legges inn i globale klimamodeller (På engelsk: Global Climate Model: GCM). Disse modellene beregner hvordan klimaet vil endre seg ved å bruke likninger som beskriver prosessene i klimasystemet. Ulike GCM'er er bygget opp på forskjellige måter og inneholder forskjellige komponenter som kan gi forskjellige resultater. I dag har man mellom ti og tyve institusjoner over hele verden som kjører klimamodeller for å fremskrive klimaet.

Oppløsningen i en GCM er for grov til å beskrive klimaet på regional skala på en god måte. Resultatene nedskaleres derfor ved hjelp av en Regional Climate Model (RCM) eller statistiske metoder.

De hydrologiske fremskrivningene er bare beregnet for et lite antall klimafremskrivninger. Det ene er basert på en GCM fra Max-Planck-instituttet, ECHAM, drevet av utslippsscenario IS92a frem til 2050. Fremskrivningen frem til 2050 ligger nær lav temperaturfremskrivning, spesielt i Sør-Norge. Når det gjelder nedbør, er fremskrivningen nær middels for landet sett under ett, men relativt høy på Vestlandet og relativt av i øst og nord.

Frem til 2100 har vi tre hydrologiske fremskrivninger basert på utslippsscenario B2 og ECHAM-modellen, og utslippsscenarioene B2 og A2 og en GCM fra Hadley-senteret, Hadley-modellen. Temperaturfremskrivningen basert på utslippsscenario B2 gir relativt liten temperaturøkning, mens A2 gir en nær middels temperaturfremskrivning. Dette kan imidlertid variere nokså mye mellom landsdeler og års- tider. De 3 nedbørfremskrivningene varierer fra liten til middels stor økning i nedbøren.

Temperatur

De største endringene i lufttemperatur, forventes på Finnmarksvidda og Varanger med en økning på fra 1,6 til 2,9 °C i årsmiddel for perioden 2021-2050 og fra 3,0 til 5,4 °C for perioden 2071-2100 i forhold til normalperioden 1961-1990. Minst økning forventes på Vestlandet og i Trøndelag på henholdsvis 1,0 til 2,4 °C og 2,2 til 4,6 °C, minst på kysten. I alle regioner forventes den største økningen om vinteren, i Finnmark fra 1,7 til 4,0 °C i den korte til fra 3,0 til 7,3 °C i den lengste fremskrivningen. Minst økning forventes i alle regioner om sommeren.

Det er beregnet en reduksjon i antall fyringsgrad-dager frem til 2050 og frem til 2100 basert på tre eksempelfremskrivninger av temperatur. Likeså er det beregnet endring i antall dager med døgn-middeltemperatur over 20 °C. Dette antallet vil øke i større områder i Øst- og Sør-Norge selv med den mest moderate fremskrivningen. En annen fremskrivning nær det midlere i ensemblet, viser at det mot århundreskiftet vil være økning i antallet slike dager i alle lavlandsområder på Østlandet, Sørlandet, Sør-Vestlandet, rundt Trondheimsfjorden og i Finnmark. Antall kalde dager og frostdager vil avta. Antall dager med passering av null grader vil trolig avta i lavlandet, men forbli uendret i fjellet.

Nedbør

Fremskrivningene viser en økt årsnedbør i Norge på 2,4 til 14 % frem til perioden 2021-2050 og 5,4 til 30,9 % frem til 2071-2100. Minst økning forventes på Sørlandet og Østlandet med henholdsvis -0,8 til 4,6% og 3,1 til 10 % på kort sikt og -1,5 til 17% på lang sikt. For alle regioner forventes økt vinternedbør, mest i Østfold, på Sørlandet og i fjellet nord på Østlandet, på lang sikt fra 10 til vel 50 %. På kort sikt forventes en økning på fra 5 til vel 20 % i disse områdene. Det forventes også en økning i nedbøren om våren i alle regioner, mest i Dovre/Nord-Østerdal, Møre og Romsdal, Trøndelag, Helgeland og spesielt i Hålogaland der økningen er fra 0,4 til 34,7 % på kort og fra 0,7 til 63,7 % på lang sikt. Sommernedbøren vil avta i de fleste regionene, mest i Østfold, på Østlandet og Sørlandet, men de høyeste fremskrivningene viser likevel en moderat økning. Aller tørrest blir det på Sørlandet med fra -15,4 til 5 % endring på kort og -28,2 til 9,2 % endring på lang sikt. Fra Trøndelag til Finnmark vil sommernedbøren øke fra rundt 1 til litt under 20 % på kort og fra 2 til 36 % på lang sikt. Om høsten vil nedbøren øke i alle regioner, mest i Trøndelag og Helgeland hvor økningen er fra 0,5 til 35 % på kort og 0,7 til 63 % på lang sikt.

Det er stor usikkerhet i fremskrivningene av nedbør i Norge. Dette henger sammen med at nedbørfordelingen i stor grad styres av retningen nedbøren kommer fra. Den norske topografien er preget av lange fjellkjeder som skiller Østlandet, Vestlandet og Trøndelag.

Dagens klima er dominert av nedbørområder fra sørvest til nordvest som resulterer i nedbørmaksimum langs Vestlandet og i deler av Nordland. Deler av Østlandet ligger i regnskygge, spesielt områder nær vannskillet i vest og i nord. De sjeldnere tilfellene med nedbørområder fra sør og sørøst kan gi høy vannføring og skadeflom på Østlandet mens Nord-Vestlandet og Midt-Norge blir liggende i regnskygge. De ulike klimamodellene gir litt ulike lavtrykksbaner. Dette medfører ulik nedbørfordeling i Norge, selv om det generelt er beregnet en økning i nedbøren over hele landet med unntak om sommeren i noen fremskrivninger. Som et resultat av økning i vanddampmengden i atmosfæren forventes flere lokale intense nedbørepisoder.

Vind

Klimamodellene gir liten eller ingen endring i midlere vindforhold. Hyppigheten av høyere vindstyrke kan øke, men fordi det er svakheter i klimamodellen når det gjelder vind, er det behov for mer FoU før man kan konkludere om dette.

Avrenning

Frem mot 2050 vil endringene i årlig middelvannføring variere fra 30 % til -20 % i brefrie nedbørfelt. Det vil være klare regionale forskjeller. Avrenningen vil øke på Vestlandet, i fjellet mellom Østlandet og Trøndelag og langs kysten av Nordland med 20-30 % fra 1980-1999 til 2030-2049. Nedbørfelt med stor breandel vil få økt årsavrenningen med mer enn 40 %. På deler av Østlandet vil avrenningen øke med opp mot 10 %. På Sørlandet vil avrenningen avta lokalt opp til 20 %. Det vil også være en reduksjon i deler av Finnmark. Endringer i årsavrenning innenfor ± 10 % er så vidt lavt sammenliknet med variabiliteten mellom ulike 30-årsperioder, at de i hovedsak må tilskrives naturlig variabilitet. Med unntak for brevassdrag, er disse endringene i stor grad styrt av klima-modellenes nedbørøkning.

Endring i mid delavrenningen for de fire årstidene, er betydelig større enn for årsavrenningen. På landsbasis øker avrenningen i vintermånedene med 45 %. Vinteren blir våtere som følge av økt nedbør, høyere temperatur og dermed flere mildvær med nedbør i form av regn. Den prosentvise økningen er størst i fjellet. I lavtliggende områder vil tidspunktet for vårflommen forskyves fra vårmånedene til vintermånedene.

I fjellet i Sør-Norge og i indre strøk fra Helgeland til Finnmark, vil avrenningen i vårmånedene øke med over 40 %. Dette skyldes delvis at tidspunktet for vårflommen forskyves fra juni/juli og inn i vårmånedene. I lavlandet og i kystnære områder på Øst- og Sørlandet og i Midt-Norge vil avrenningen bli lavere i hovedsak fordi vårflommen kommer tidligere; i indre strøk på Sørlandet med opptil 30 %.

Sommeren vil få redusert avrenning i store deler av landet. De største endringene vil være i Troms og Finnmark der avrenningen kan avta så mye som 40 til 60 %. I Finnmark er snøsmeltingen konsentrert til en kortvarig periode i mai til juni. Den store reduksjonen i sommeravrenning i denne landsdelen og i fjellet, skyldes i hovedsak at snøsmeltingen kommer tidligere. Det blir også reduksjon i vannføringen langs vannskillet mot Sverige i Nordland. I Sør-Norge blir det tørrere på Sørlandet og i vestlige deler av Østlandet opp mot vannskillet i Langfjellene. Avrenningen kan avta så mye som 40-60 % i enkelte områder i indre Aust-Agder og Telemark. Endringene skyldes delvis forskyvning av smeltetidspunktet, men redusert sommernedbør og økt fordampning bidrar også sterkt til reduksjonen i avrenningen. I ytre strøk på Vestlandet viser fremskrivningen en økning i



avrenningen på opp mot 40 %. Avrenningen vil også øke med 20-40 % i Trøndelag, spesielt i området nord for Trondheimsfjorden som følge av økt nedbør. Det vil også bli en økning på 10-20 % i avrenningen på deler av Østlandet. Brevassdrag vil også få økt vannføring om sommeren.

Med unntak av et område nær kysten fra Sørlandet til Østfold, vil avrenningen øke om høsten. Økningen er størst i indre strøk på Vestlandet, i Nord-Østerdalen, nær vannskillet mot øst i Nordland og i Troms-Finnmark med en økning på over 40 %. For resten av Norge gir fremskrivningen en økning på 10-20 % i avrenningen om høsten.

Resultatene beskrevet ovenfor bygger på sammenlikning av data fra to 20-års perioder. I en så kort periode har naturlig variabilitet i klimaet større betydning enn følgene av økt drivhuseffekt. Ideelt sett burde flere fremskrivninger basert på ulike scenarier vært lagt til grunn. For perioden fram til 2050 har vi bare en fremskrivning (ECHAM-modellen).

Den viktigste endringen som fremgår av fremskrivningene mot midten av århundret, er endringen i sesongfordelingen av avrenningen. Denne styres av utviklingen av snødekket og er i hovedsak styrt av temperaturen. De projiserte endringene i sesongavrenningen, skyldes derfor temperatursignalet i langt større grad enn nedbørendringene. Endringene er avhengig av nedbørfeltens høyde over havet.

Frem mot 2100, er det beregnet tre fremskrivninger av fremtidig avrenning og andre hydrologiske variable (9) (10). Resultatene foreligger også i form av kart (11) og i form av dataserier med daglige verdier for

kontrollperioden 1961-1990 og for scenarioperioden 2071-2100. Basert på disse fremskrivningene, er endring i års- og sesongmidler beregnet for avrenning, fordamning, markvannsunderskudd, maksimal årlig snømagasin og varighet av snødekket.

Fremskrivningene av endringen i vannføringene er avhengig av hvilke endringer som kommer i nedbørfordelingen. De største endringene i årlig vannføring forventes på sørlige del av Vestlandet. Dersom ECHAM-modellen som gir forsterket vestavind, slår til, vil det bli en økning i årsavrenningen i alle vassdrag vest for vannskillet fra Jæren til Finnmark. Hadley-modellen gir mer vær fra sørøstlig kant og dermed en moderat økning på sentrale og østlige deler av Østlandet og redusert årsavrenning i det mest av midt-Norge. Begge modellene indikerer at det vil bli redusert årsavrenning på store deler av Sørlandet og i vestlige deler av Telemark og Buskerud.

Nedbørøkningen er betydelig mindre fra Midt-Norge og nordover i Hadley-modellen enn i ECHAM-modellen. Med unntak av breområdene, gir Hadley-A2-fremskrivningen små endringer på det sentrale Østlandet, på Vestlandet og langs kysten i Nordland og Troms. I indre strøk i Telemark og Agderfylkene, i Akershus og Østfold, i de sentrale høyfjellsområdene i Sør- og Midt-Norge, nær vannskillet mot øst i Nordland og i Finnmark blir det tørrere. Hadley-B2-fremskrivningen gir høyere avrenning, opp mot 20 % økning, i mange områder. I et mindre område i Sør-Norge, blir det tørrere, likeså i de sentrale høyfjellsområdene og i Finnmark. ECHAM-fremskrivningen gir økning på opp mot 50 % i ytre strøk i Ryfylke, Hordaland Møre og Romsdal og i Sør-Trøndelag. I store områder fra Sørvestlandet til Finnmark, øker avrenningen med 10 - 20 %. På sesongbasis er endringene ganske like de som er beskrevet for den kortere fremskrivningsperioden, med våtere vintre, økt avrenning i fjellet og redusert avrenning i lavlandet om våren, tørrere sommer, men med et unntak på kysten av midt-Norge der alle tre fremskrivningene gir økt avrenning på 10 - 50 %. Om høsten forventes redusert avrenning fra Østfold til Rogaland, ytterst på kysten til Stad og i dalførene nord på Østlandet i Hadley-A2-fremskrivningen. Det blir litt redusert avrenning nær kysten i Agderfylkene, i deler av Østfold og Akershus og i de sentrale dalstrøkene nord på Østlandet. For øvrig gir alle tre fremskrivninger betydelig økt avrenning, særlig i Nord-Norge, men også i breområdene i Sør-Norge.

Flom og tørke

Selv om resultatene for ekstremer er svært usikre, er tendensene i endrede flomforhold tydelige. Snø-

smelteflommene vil bli mindre jo lenger frem i tid en går, særlig i de store vassdragene. I områder hvor årets største flom i dag er en regnflom, vil flommene bli større. Stigende temperatur fører dessuten til at snøsmelteflommene om våren vil komme stadig tidligere, mens flomfaren sent på høsten og om vinteren vil øke.

På Vestlandet og i Nordland vil en få økt frekvens av tilfeller med nedbør opp mot eller over 100 mm på et døgn. Med klimaforhold som det har vært til nå, har de fleste vinterflommer vært små unntatt i relativt slake og lavtliggende nedbørfelt. Med en heving av overgangssonen på 500 m, innebærer det at nedbør som i dag faller som snø i store deler av bratte nedbørfelt i fremtiden vil falle som regn i storparten av feltet. Temperaturøkningen vil derfor forårsake flere og langt større vinterflommer eventuelt med skred i bratte nedbørfelt selv om nedbøren ikke øker.

Det vil bli flere lokale regnflommer til alle årstider. Små bratte vassdrag og urbane områder vil være spesielt utsatt.

Det er forventet en betydelig økt fordampning i deler av Norge frem mot 2071-2100. Størst økning på årsbasis forventes på Vestlandet, i Midt-Norge og i Nordland på 60-120 mm i årssum. Minst økning forventes på deler av Østlandet og i Finnmark. Redusert sommernedbør kombinert med økt fordampning fører til økt markvannsunderskudd og lengre perioder med liten vannføring på deler av Sør- og Østlandet, noe som resulterer i flere sommertørker og økt skogbrannfare.

Snø

Endringer i snødekke styres både av endringer i nedbør i den kalde årstiden og av endringer i perioden temperaturen er under frysepunktet. Temperaturen avtar med 0,6 °C per 100 m i mettet luft og 1 grad per 100 m i tørr luft. Om snøforholdene skal endres i et nedbørfelt, avhenger av høydefordelingen i nedbørfeltet. Temperaturfremskrivningene indikerer en gjennomsnittlig heving av vintertemperaturen av størrelsesorden 3 grader frem til perioden 2071-2100. Dette svarer til en heving av overgangssonen fra snø til regn med ca. 500 m i forhold til nivået i kontrollperioden (1961-90). Samtidig vil vinternedbøren øke over store deler av Norge og mest i fjellet. Snøen vil legge seg senere og smelte tidligere. Denne effekten er allerede målbar og er rapportert av Dyrdal og Vikhamar-Schuler (2009) (12). Likevel kan den økte vinternedbøren føre til økt toppverdi på snømagasinet i fjellet over 800-1000 m på kort sikt. Etter hvert som oppvarmingen blir sterkere vil det



også bli flere mildværespisoder i fjellet, og dermed redusert snømagasin der. I lavlandet vil snømagasinet bli kraftig redusert som følge av at mer av nedbøren om vinteren vil komme som regn. Varigheten av snødekket kan i kystnære lavlandsområder bli redusert med opp mot 3 måneder, som innebærer at det ikke lenger blir årvisst snølegging. Likevel vil det fortsatt være år med betydelig snølegging over store områder.

Is

Et endret klima vil føre til flere vinterflommer som følge av mer mildvær og regn om vinteren. Ekstremregn om vinteren, etter at isen har lagt seg, kan forårsake alvorlige isganger med oversvømmelser og flommer. Økt temperatur vil gi kortere og mindre kalde kuldeperioder om vinteren. Dermed blir sesongen for isgang kortere, men år til år variasjonen vil være stor, og det er derfor fare for isganger også i fremtiden (13).

Litt inn fra kysten er det i dag en sone hvor det skifter ofte mellom mildvær og kulde, og hvor isen kan komme og gå flere ganger i løpet av en vinter. Denne sonen vil flytte seg lenger inn i landet og til større høyde over havet. Dette innebærer at isganger kan utløses høyere oppe i vassdraget enn i dag, og dermed endres også områdene som er utsatt for isgangsskader. I innlandet, spesielt i Finnmark vil det svære små endringer i isgangene i forhold til dagens klima. I områder med mer maritimt klima vil isen kunne forsvinne eller isleggingssesongen avta.

Breer

Klimafremskrivningene for Norge gir økt lufttemperatur i alle sesonger og alle landsdeler. Nedbørfrem-



skrivningene varierer mer, men nedbørmengden vil generelt øke. Økt lufttemperatur høst og vår vil forlenge smeltesesongen spesielt for de lavereliggende delene av breene langs kysten.

Modellering av fremtidig massebalanse for en bre i Jotunheimen og en utløper fra Svartisen antyder en volumreduksjon på 30 % frem mot 2050. Tilsvarende er beregnet for deler av Blåmannsisen (14)

Briksdalsbreen, en utløper fra Jostedalbreen trekker seg tilbake til breplataet slik at brefronten som nå ligger ca 350 moh. blir liggende 1300-1500 moh. Det estimeres at brevolumet i Norge kan reduseres med 1/3 innen 2100 og at bare de største breene vil bestå (15) (16).

Dersom breenes massebalanse blir mer negativ vil de større og tykkere breene trekke seg tilbake slik at arealet i gjennomsnitt blir liggende høyere. Mange av breene i Norge er små og tynne. Disse vil smelte vekk eller dele seg opp i mindre deler.

Havnivå

I DSBs Havnivåstigningsrapport (17) vises fremtidig havnivåstigning for norske kystkommuner. I løpet av det 21. århundre kan havnivået langs norskekysten forventes å stige fra ca 40 til ca 75 cm.

Skred

Endringer i klima og hydrologi vil påvirke skredfaren. Gjennom GeoExtreme-prosjektet er sammenhengen mellom ulike værelementer, terrengforhold og ulike skredtyper undersøkt (5). Resultatene fra prosjektet viser også hvordan skredfaren kan endre seg de neste 50 år som følge av klimautviklingen.

Økt forekomst av ekstremnedbør i brattlendt terreng vil øke faren for flomskred og jordskred. En viktig årsak til grunne jordskred er høyt porevanntrykk som følge av snøsmelting eller store nedbørmengder. De største nedbørintensitetene opptrer om høsten og vinteren i bratte nedbørfelt i Vest- og Nord-Norge. Med økt temperatur, vil mer av nedbøren falle som regn i de høyere delene av nedbørfeltet, og det vil kunne øke frekvensen av ulike typer skred.

Det er en klar sammenheng mellom nedbør og ulike former for snøskred. Høyere temperatur kan redusere faren for tørrsnøskred, men vil øke faren for våtsnøskred og sørpeskred i skredutsatte områder.

Skredfare er sterkere knyttet til lokale terrengforhold enn flom. Noen faktorer bidrar også til å redusere skredfaren. Ett eksempel er heving av skoggrensen, noe som både er avhengig av klimatiske forhold, bortfall av beiting og skogdrift.

3.4 Overvåkning av hydrologi

Hydrologiske data samles inn for en rekke ulike formål og danner grunnlaget for en best mulig forvaltning av våre vann- og energiresurser. NVE har samlet inn data siden 1800-tallet og har mange, lange data-serier av god kvalitet. Disse gir samfunnet mulighet til å oppdage og tallfeste hvordan klimavariasjoner og menneskers inngrep i vassdragene kan gi hydrologiske endringer. Dette omfatter vannføringen i elver, markvanns- og grunnvannstilstand, sedimenttransport, snødekning og snømengde, isforhold og

breers massebalanse og utbredelse. Hydrologiske elementer er også en meget viktig del av klimasystemet. For eksempel er snødekkets utbredelse viktig for jordas evne til å reflektere lys og varme og fordampning, og tilførsel av ferskvann fra elver og isbreer påvirker havets sirkulasjonssystem. Endringer i vann- og sedimenttilførsel, vil også påvirke de økologiske forhold i vassdragene og nære havområder. Klimafremskrivninger fra FNs klimapanel, IPCC, og regionalt nedskalerte klimafremskrivninger, indikerer at det vil bli varmere og, med unntak av sommeren, våtere i Norge. Det er relativt store regionale forskjeller og hvor store endringene blir, varierer mellom årstidene. Avrenning, snømengder, isbreer og andre hydrologiske variable, endrer seg i takt med et endret klima. For eksempel kan totalavrenningen endre seg både som følge av endret nedbør og fordampning. Det hydrologiske regimet i Norge er karakterisert ved oppbygging av snødekke om vinteren og smelting av dette om våren. Endret temperatur og eventuelt nedbør vil være avgjørende for forløpet av bl.a. avrenningen over året, oppfylling av grunnvanns- og markvannsmagasin og islegging og smelting, snømengder og snøsesongens lengde, isbreenes utbredelse og sedimenttransporten i våre vassdrag. Endringer i vannføring og sedimenttransport vil også føre til endringer i elveløpenes tilpasning. Dette kan innvirke på elveløpenes tverrprofiler og fall. På alluviale strekninger kan dette føre til endringer i flomsonene langs vassdragene. Det kan også påvirke stabiliteten i ravineområder. Kombinert med flere intense lokale nedbørepisoder, kan flomforholdene endre seg mye. For å kunne oppdage og tallfeste endringer, er et landsdekkende overvåkingsnett helt nødvendig.

Lange tidsserier er også sentrale for å fastlegge dimensjoneringsgrunnlaget for ulike konstruksjoner i tilknytning til vassdrag. Dette kan være dammer, kraftverk, bruer og lignende. Dersom de underliggende seriene ikke viser systematiske endringer og formålet er klart definert, kan det lages kriterier for hvor lenge data bør samles inn for å oppnå en rimelig sikkerhet i dimensjoneringen. Ofte vil en finne systematiske endringer i de hydrologiske data-seriene. Dette skyldes både en stor naturlig variabilitet gitt av ytre pådriv som varierende solinnstråling, interne prosesser i hav og atmosfære og følger av menneskelig aktivitet i nedbørfeltet og vassdraget. Dette medfører usikkerhet, særlig i estimerer av ekstremer. Når flomforholdene endres som følge av klimaendringer, øker denne usikkerheten. For å minimere usikkerheten, er det viktig med mange og oppdaterte observasjoner. I tillegg må det utvikles metoder for å ta høyde



for effekten av klimaendringer i for eksempel flomfrekvensanalyse.

Et nett av stasjoner for klimaovervåkning, bør inkludere ulike hydrologiske variable og bestå av:

- Fortrinnsvis serier ikke påvirket av reguleringer
- Serier i alle landsdeler og som representerer ulike høydesjikt med vekt på områder
 - hvor særlig store endringer forventes i vannføring (inkludert flom og tørke), mark- og grunnvann, snø, islegging, sedimenttransport og breers utbredelse og massebalanse
 - hvor det forventes klimabetingede elveløpsendringer
 - hvor usikkerheten i fremskrivningene er spesielt stor
- Rimelig lange serier
- Fortrinnsvis felt der det er målt flere variable

Det er svært vanskelig å definere et landsdekkende stasjonsnett for vannføring som ikke i noen grad er påvirket av reguleringer. Selv om de lengste seriene er påvirket av ulike inngrep, er de essensielle i klimaovervåkning, spesielt om det kan etableres tilsigs-serier i den regulerte perioden. Stasjonsutvalget for klimaovervåkning må derfor inkludere lange serier fra regulerte felt.

Overvåking av noen hydrologiske variable vil skje gjennom arealdekkende målinger i stedet for målinger i punktstasjoner. Dette gjelder spesielt for observasjoner breer og snø, hvor utbredelse, volum, massebalanse, isbevegelse, isdreneringsskiller osv. vil måtte observeres regelmessig med bruk av f.eks. satellittbilder og laserskannere fra fly.

For å få en detaljert beskrivelse av endringer i tid og rom av hydrologiske variable, er det ikke alltid tilstrekkelig kun å utføre direkte observasjoner. Man må i tillegg bruke modeller. Et tilpasset nett av målestasjoner for inngangsdata i de hydrologiske modellene er derfor viktig, og må inkluderes når en observasjonsstrategi defineres.

3.5 Usikkerhet

Når vi spør hvor mye temperaturen, nedbøren eller avrenningen vil endre seg i et fremtidig klima finnes mange svar. Avhengig av hvilke utslippsscenarioer, klimamodeller og hydrologiske modeller som er benyttet, vil svaret variere. Vi kan tro mer eller mindre på noen av svarene, men de er i utgangspunktet alle like sannsynlige. Spesielt stor er usikkerheten knyttet til ekstremer i et endret klima. Jo mer lokalt og jo finere tidsoppløsning, jo større blir usikkerheten.

Selv om variasjonen i resultatene kan være stor, vil vi for de fleste klimatiske og hydrologiske variable, se i hvilken retning det går (økning eller reduksjon). I klimatilpasningsarbeidet er det viktig å finne metoder for hvordan man skal kunne foreta beslutninger under denne usikkerheten.

4

Virkemidler



Ulike statlige virkemidler brukes for å iverksette tiltak som fremmer et bestemt formål. De kan deles inn i juridiske, økonomiske, politiske, informative eller avtalebaserte virkemidler. Ofte vil en rekke virkemidler spille sammen, slik at staten oppnår ønsket effekt og styring av adferd.

De viktigste virkemidlene NVE vil kunne bruke i sitt arbeid med klimatilpasning vil være:

- Normative virkemidler - er statens måte å regulere samfunnet direkte gjennom lover, forskrifter og vedtak. Normativ regulering er den eneste måten staten rettslig kan forplikte ulike aktører, som kommuner, fylkeskommuner, tiltakshavere, hus- og bileiere organisasjoner osv, uten at de selv uttrykkelig har akseptert forpliktelsen (slik de gjør gjennom avtaler).
- Økonomiske virkemidler - Staten har erfart at man i gitte tilfeller oppnår mer ved å belønne ønsket adferd enn ved å straffe uønsket adferd. Det har i stadig større grad blitt lagt til rette for ulike støtteordninger som skal endre folks adferd. Staten kan stimulere adferd gjennom å bevilge midler, enten over statsbudsjettet eller gjennom tilskuddsordninger.
- Politiske signaler - Statens ønsker og mål kan uttrykkes gjennom statens dokumenter som f.eks. stortingsmeldinger, stortingsproposisjoner, ulike politiske planer, strategier og statlige rundskriv.
- Avtalte forpliktelser - Myndighetene kan også forhandle med personer eller organisasjoner som de ønsker å påvirke i en bestemt retning. Myndighetene vil ofte under slike forhandlinger måtte bidra med økonomisk støtte eller andre goder som motparten ønsker. Avtaler kan også komme i forbindelse med at myndighetene signaliserer at de vil foreslå et forbud mot en bestemt handling eller væremåte hvis en uønsket situasjon ikke opphører.
- Informasjon og rådgivning - Informasjon fra myndighetene vil i mange sammenhenger være et nødvendig virkemiddel for å påvirke utviklingen i retning av ønsket adferd. Informasjon er et viktig virkemiddel når staten ønsker å formidle sine vedtak oggi uttrykk for forvaltningens standpunkt(er). En samordning og/eller samling av informasjon vil også kunne være en sentral rolle i klimatilpasningsarbeidet.

Flere av virkemidlene som er nevnt i dette kapitlet, vil etter NVEs syn være egnet for å styre innbyggernes adferd både alene og i samspill med hverandre også i et endret fremtidig klima. Hovedvekten av NVEs virkemiddebruk baserer seg på normative virkemidler i form av lover, forskrifter og vedtak.

5

Konsekvenser av klimaendringer innen NVEs forvaltningsområder



5.1 Skred- og vassdragsforvaltning

5.1.1 Forvaltningsområde

NVEs oppgaver knyttet til skred- og flomskadeforebygging kan deles inn i følgende arbeidsområder:

- Kartlegging
- Arealplanlegging
- Sikring
- Varsling
- Beredskap og krisehåndtering

NVE gjennomfører en nasjonal aktsomhetskartlegging for flom- og skredfare. I tillegg kan NVE gi bistand til en farekartlegging (detaljert kartlegging) av flom- og skredutsatte områder der risikoen (sannsynlighet x konsekvens) er stor.

Ved å gi retningslinjer og veiledere for hvordan det skal tas hensyn til flom- og skredfare i arealplanlegging, og ved å gi kommunene råd, veiledning og uttalelser til de enkelte planer, bidrar NVE til å forebygge skredulykker samt ivareta sikkerhet og miljø langs vassdrag. NVE er innsigelsesmyndighet til kommunale arealplaner.

NVE kan gi bistand til utredning, planlegging og gjennomføring av sikringstiltak for å sikre eksisterende bebyggelse mot skade fra flom, erosjon og skred avhengig av de årlige midlene som bevilges til dette formålet på statsbudsjettet.



NVE varsler flom når det ventes at vannføringen i vassdrag vil nå en viss størrelse, eller at vannstanden i en sjø vil overstige en viss vannstand. Et flomvarsel gjelder først og fremst for uregulerte og lite regulerte vassdrag. NVE arbeider med metoder og utreder omfang for varsling og overvåking av skred.

NVE yter skred- og flomfaglig bistand i beredskaps- og krisesituasjoner.

Innenfor de ulike arbeidsområdene skal NVE ivareta vassdragsmiljøet. NVE forvalter de vernede vassdragene og deltar i arbeidet med EUs vanndirektiv (vannforvaltningsforskriften) og flomdirektiv.

I EUs flomdirektiv er flom definert som "oversvømmelse av land som normalt er tørt" og det deles opp i fire ulike typer flom:

- Oversvømmelse fra elv
- Styrtdrom
- Havstigning og stormflo
- Overvannsflo

NVE er forvaltningsmyndighet for de to første flomtypene. For de to siste flomtypene er det ingen statlig etat som har forvaltningsansvaret.

NVEs forvaltningsarbeid innen skred og flom er definert i statsbudsjettet, i tildelingsbrev fra OED og i stortingsmeldinger som f. eks. St. meld. 42 (1996-97). Oppgavene er videre definert i plan- og bygningsloven og vannressursloven.

5.1.2 Relevante klimaendringer

Innen skred- og flomskadeforebygging, er det særlig klimaendringenes virkning på de ekstreme hendelsene skred, flom og tørke som er viktige (jf. kap 3). Følgende virkninger av klimaendringer må det tas hensyn til ved NVEs klimatilpasning innen skred- og flomskadeforebygging:

- Økt nedbør og økt hyppighet av lokalt intense nedbørepisoder til alle årstider. Dette medfører flere og større flommer i små vassdrag og flere og større overvannsfommer i bebygde områder
- Økt fare for erosjon, massetransport og flomskred i små, bratte vassdrag, og økt fare for at elver og bekker tar nye løp. Dette er prosesser som skjer brått, har stor kraft og medfører fare for store skader og tap av menneskeliv
- Flere flommer om høsten og vinteren i områder hvor nedbøren i dag kommer som snø

- Økt hyppighet av isgang vinterstid i vassdrag som tidligere har hatt stabilt isdekke om vinteren
- Færre snøsmelteflommer i områder som i dag har snødekke, men som med stigende temperatur etter hvert vil bli snøfrie hele vinteren
- Økte flomtopper i elver som i dag domineres av regnflommer, for eksempel på Vestlandet og langs kysten
- Reduksjon eller liten endring i flomtoppen i store vassdrag som i dag domineres av snøsmelteflommer om vår/forsommer), for eksempel på Østlandet og i innlandet i Midt- og Nord-Norge
- Økt hyppighet av snø- og jordskred. Disse kan også ramme steder der det tidligere ikke har gått skred
- Økning i havnivå og stormflo. I DSBs Havnivåstigningsrapport (17) vises fremtidig havnivåstigning for norske kystkommuner. I løpet av det 21. århundre kan havnivået langs norskekysten forventes å stige fra ca. 40 til ca 75 cm. Dette kan forsterke flom i munningsområder

5.1.3 Sårbarhet

Klimaendringene kan gjøre at flom- og skred opptrer oftere og at de blir mer ekstreme. For områder hvor man alt er kjent med naturfaren, kan det velges ulike måter å ta hensyn til disse ekstra belastningene. Klimaendringene med økt hyppighet av ekstreme værforhold medfører også en ny utfordring ved at ekstreme værforhold og flom- og skredhendelser, kan opptre på andre steder enn tidligere.

5.1.4 Tilpasning til endret klima

NVE skal basere sitt arbeid med skred- og flomrisikoforvaltning på oppdatert kunnskap om klima og klimaendringer. Et nært samarbeid mellom forskning og forvaltning er viktig. Klimatilpasningene skal integreres i de ulike arbeidsområdene innenfor dette feltet.

Klimaendringene gjør at det vil være noe større usikkerhet knyttet til skred- og flomfarekartlegging. NVE vil bidra til kunnskapsformidling om farene, til god kommunikasjon mellom forskning og forvaltning og til å skape forståelse for at det alltid vil være en restrisiko.

NVEs skred- og flomfarekartlegging er basert på historiske klimadata. For de nærmeste 10-20 årene vil

endringene som følge av menneskeskapt klimapåvirkning i Norge være små i forhold til naturlige variasjoner. For fremtiden kan vi tenke oss at det gjøres en vurdering ut fra levetiden til konstruksjonen evt. arealbruksformål der det deles i kort, middels og lang levetid, f. eks:

- ▶ For råd/krav/tiltak hvor "levetiden" er kort (10-20 år), legges historiske klimadata til grunn
- ▶ For råd/krav/tiltak hvor "levetiden" er midt (20-50 år) og lang (50-100 år), må det gjøres vurderinger av og eventuelt tilpasning til regionale og lokale klimafremskrivninger

Aktsomhetskart

Aktsomhetskart for flom og skred blir utarbeidet med grunnlag i parametre som ikke er klimarelaterte. Dette er en grov kartlegging hvor det gjøres en konservativ vurdering av fareområder. Kartleggingen tar derfor høyde for store usikkerheter, inkludert klimaendringene.

- ▶ Nasjonal aktsomhetskartlegging for flom og skred fullføres

Faresonekart – skred

Arbeidet med faresonekart tilpasses et endret risikobilde som følge av klimautviklingen gjennom:

- ▶ Å vurdere og ta hensyn til effektene av klimaendringene ved prioritering av kartleggingsinnsats mellom skredtyper og ved valg av områder for kartlegging
- ▶ Deltakelse i arbeid for å skaffe mer kunnskap om skredtyper og hvordan klimaparametrene virker inn på disse
- ▶ At klimaendringer tas inn som en av faktorene i NVEs metodeutvikling for kartlegging av løsmasse-skred og snøskred

Faresonekart – flom

Et fremtidig klima med flere lokale nedbørsflommer til alle årstider, kan gi økt fare for skader langs mindre vassdrag og bekker. Det skal derfor legges økt vekt på kartlegging av farer knyttet til flom langs slike vassdrag. For å få en oversikt over skadepotensialet, er kartlegging av kulverter/bruer som kan gå tette og erosjonsutsatte strekninger, viktig. En slik kartlegging er sentral for å kunne ha en god beredskap også i forhold til hvor de alternative flomveiene går. Kartleggingen vil dessuten synliggjøre behov for



tiltak ved kritiske kulverter og andre punkter der vannet kan erodere og ta nytt løp.

- ▶ NVE vil bidra til utarbeidelse av retningslinjer for kartlegging av flomfare i bratte masseførende vassdrag hvor fare for skade er stor
- ▶ Når lokale klimafremskrivninger gir en forventet økning i 200-årsflom på mer enn 20% de neste 20-100 år, skal det ved beregning av gjentaksintervall for flomsone benyttes både historiske data og data fra klimafremskrivningene. Dette gjelder både ved oppdatering/ajourføring av kartlagte områder og ved nykartlegging
- ▶ For flomsonekart ved utløp i sjø, legges i tillegg DSBs Havnivåstigningsrapport (17) tilsvarende til grunn

Arealplanlegging

Arealplanlegging skal bidra til å redusere klimaendringenes trussel mot liv, helse og materielle verdier, samt viktige samfunnsfunksjoner og infrastruktur, jf. *St. meld. Nr. 26 (2006-2007) Regjeringens miljøpolitikk og rikets miljøtilstand*.

Klimahensyn er tatt inn i plan- og bygningsloven. Blant de aktuelle bestemmelsene, er at samfunnsikkerhet og sårbarhet skal vurderes i forbindelse med planforslag (§4-3). Hensynssoner (§11-8, 12-6) skal vise aktuelle faresoner. Kommunene er ansvarlige for at risiko og sårbarhet blir vurdert og skal bidra til at det kun bygges i områder som er tilstrekkelig sikre mot naturfarer. Ny kunnskap om potensielle fareområder og effekter av klimaendringer, kan føre til at

arealer som tidligere har vært ansett som tilstrekkelig sikre for bebyggelse, ikke lenger innfrir kravene til sikkerhet i plan- og bygningsloven og byggeteknisk forskrift.

Arealplanlegging som tar hensyn til klimaendringer er det viktigste virkemiddel for å redusere fare for tap og skader ved naturulykker i fremtiden:

- ▶ Gjennom veiledning, deltagelse i regionale og lokale planforum, regional statlig samordning og uttalelser/innsigelser til de enkelte planer, skal NVE bidra til at hensynet til klimatilpasning innen vårt forvaltningsansvar blir ivaretatt i arealplanleggingen
- ▶ Ved revisjon av *Retningslinje 1/2008 Planlegging og utbygging i fareområder langs vassdrag* skal tilpasning til klimaendringer, innarbeides
- ▶ For utbygging av areal som kan være utsatt for materielle skader ved flom og der det forventes en økning i 200-årsflommen på mer enn 20% de neste 20-100 år, legges denne informasjonen til grunn ved utredning av flomvannstand
- ▶ For areal utsatt for flom fra elv og sjø, legges i tillegg DSBs Havnivåstigningsrapport (17) til grunn i arealplanarbeidet
- ▶ Forvaltningspraksis tilpasses fortløpende den beste kunnskapen om skred og klima
- ▶ NVE skal vie flommer i små vassdrag særlig oppmerksomhet i arealplanarbeidet. Ved utbygging på arealer langs små vassdrag/bekker, må fare for flom, erosjon og flomskred samt kritiske kulverter/bruer kartlegges og alternative flomveier vurderes i arealplanarbeidet
- ▶ NVE skal bidra til at kunnskap om effektene av klimaendringer som kommer frem i arbeidet med flomdirektivet også kan brukes i arbeidet med vattendirektivet og øvrig skred- og vassdragsforvaltning

Sikringstiltak

NVEs dimensjonering og prioritering av sikringstiltak er basert på en vurdering av risiko og av nytten av tiltaket i forhold til kostnadene. Flere flom- og skredhendelser i områder med stort skadepotensiale, og flom- og skredhendelser på steder der det tidligere ikke har vært skader, kan medføre økt behov for sikring.

- ▶ Et endret risikobilde som følge av klimautviklingen, kan medføre at NVE må prioritere sikring mot skred og sikring mot flommer i små vassdrag med

stort skadepotensiale. Dersom bevilgningene til slike arbeider ikke økes, vil dette måtte skje på bekostning av tiltak i større vassdrag hvor flommene ikke endres i særlig grad. Det er en forutsetning at vurdering av nytte/kost og risiko viser at tiltakene i de mindre vassdragene kommer best ut

► I områder hvor regionale klimafremskrivninger viser en økning i flomtoppen (200-årsflom) på mer enn 20% de neste 20-100 årene og/eller for strekninger med utløp i sjø, skal dimensjonering av sikringstiltak og nytte-kost-vurderingene legges denne informasjonen til grunn

Varsling

► NVEs varsling er relatert til skader som oppstår og gjelder få dager frem i tid, og vil derfor tilpasse seg klimaendringene

Beredskap og krisehåndtering

► Beredskapsplanleggingen skal bygge på risiko-, sårbarhets-, og klimaendringsanalyser. Beredskapsplanleggingen skal være en løpende prosess og synliggjøre bl.a. årsaks- og konsekvensreducerende tiltak

► NVE skal ta initiativ til og delta i øvelser der det øves på flom-/skredsituasjoner som følge av ekstremvær

Vannforvaltning

► NVE skal bidra til at forvaltningsplanene i EUs vanddirektiv tar hensyn til klimaendringer når tiltak for å nå miljømålene fastsettes. Tiltakene som foreslås må være robuste mot klimaendringene og ikke bidra negativt i forhold til virkningene av fremtidige klimaendringer

5.1.5 Påvirkning på NVEs forvaltningsoppgaver

NVE er forvaltningsmyndighet for bl.a. skred og vassdrag, gir bistand til kartlegging, sikringstiltak mot flom, erosjon og skred og til beredskap og krisehåndtering. NVE har også en varslings-tjeneste for flom. Klimaendringene vil kunne integreres i de ulike arbeidsoppgavene innen skred- og vassdragsforvaltningen som beskrevet i kapittel 5.1.4.

I forvalterrollen må NVE ha fokus på at det oppnås tilstrekkelig sikkerhet for liv og materielle verdier langs vassdrag og mot skred også i et endret klima.

Både i forvalter- og bistandsrollen må NVE jobbe for å ha tilstrekkelig kompetanse om klimaendringene og gode klimatilpasninger.

En økende etterspørsel etter bistand til kartlegging og sikringstiltak, vil stille store krav til prioritering innen begrensede ressurser. Prioriteringskriteriene bør vurderes jevnlig.

5.2 Damsikkerhet

5.2.1 Forvaltningsområde

NVE skal påse at vassdragsanlegg ikke innebærer fare for skade på mennesker, miljø og eiendom (tredjeperson). Arbeidet består i hovedsak av kontroll og godkjenning av tekniske planer, kontroll og godkjenning av revurderinger (sikkerhetsvurderinger), kontroll med bygging av anlegg, og tilsyn med eksisterende anlegg og anleggseiere i form av inspeksjoner og revisjoner.

Kravene til damsikkerhet er hjemlet i vannressursloven, vassdragsreguleringsloven, industrikonsesjonsloven, energiloven og sivilforsvarsloven (siste inntil pågående revisjon er gjennomført). De viktigste bestemmelsene er utdypet i damsikkerhetsforskriften av 1.1.2010 som har avløst sikkerhetsforskriften av 15.12.2000 med underliggende forskrifter.

Damsikkerhetsforskriften favner alle vassdragsanlegg som kan innbære fare for å påføre skade på tredjeperson. Disse anleggene er klassifisert i bruddkonsekvensklasse 1 til 4. En rekke små vassdragsanlegg som faller utenfor virkeområdet til damsikkerhetsforskriften (anlegg i bruddkonsekvensklasse 0), er underlagt NVEs kontroll og tilsyn gjennom vilkår i konsesjon etter vannressursloven, vassdragsreguleringsloven eller industrikonsesjonsloven. Mange anlegg er underlagt kontroll og tilsyn både etter forskrift og konsesjonsvilkår.

5.2.2 Relevante klimaendringer

Klimaendringer og effekter av disse som påvirker sikkerheten til dammene vil være:

- Økt nedbør og avrenning, særlig i nord og i vest, og spesielt om høsten og i vinterhalvåret
- Økt antall flomhendelser og større flommer
- Forskyvning av flomsesonger
- Økt varighet av tørkeepisoder på Sør- og Østlandet
- Økt temperatur
- Mulig økt vind

5.2.3 Sårbarhet

Dammer dimensjoneres og kontrolleres for forskjell-



lige laster (påkjenninger), deriblant såkalte normale laster generert av normale klimavariasjoner og unormale laster generert av sjeldne/ekstreme hendelser. Mange av lastene er forårsaket av nedbør, temperatur og vind. Lastene opptrer i form av flomvannstand/flomvannføring, istrykk/teletrykk og bølgepåkjenning. Skred mot dam eller ned i magasin er eksempler på sjeldne/ekstreme hendelser som genererer unormale laster.

Endringer i klima, som fører til for eksempel større eller hyppigere flommer, vil påvirke dimensjonering av nye/ombygging av eksisterende dammer og sikkerhetsvurderinger av eksisterende dammer:

- 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 skred mot dam og i magasin. Skred ned i magasin, kan forårsake bølger som overtopper dammen
- Større snømengder i høyereliggende områder, kan gi pakking av snø i flomløp. Dette kan forårsake problemer med flomavledning ved flommer tidlig på året. Problemet kan bli spesielt alvorlig der det er lukkede flomløp (sjakt/tunnel)
- Langvarig tørke, kan tørke ut tetningsmaterialet i enkelte damtyper (torvtetning) og svekke/ødelegge tetningsegenskapene
- 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
- Sterkere oppvarming av konstruksjoner, kan medføre økte påkjenninger (uavklart konsekvens)
- Hyppigere perioder med temperatur rundt 0 °C vil innbære flere fryse-/tinesykluser med økt forvitring/nedbryting av betong- og steinmaterialer. Dette vil kunne redusere levetiden på materialene
- Eventuelle sterkere og hyppigere stormer, kan gi større bølgepåkjenninger og problemer med kommunikasjon/adkomst på enkelte damanlegg
- Økt temperatur, fuktighet og uværshfrekvens 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.)

5.2.4 Tilpasning til endret klima

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

I ny damsikkerhetsforskrift kreves det at dammene revurderes hvert 15. år. For dammer med begrenset skadepotensiale, er intervallet hvert 20. år. Formålet med revurderingene, er bl.a. 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 bl.a. klima og hydrologi de siste 15-20 år fanges opp.

Fordi det ligger en usikkerhet i flomberegningene, og denne 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 i vassdraget.

Intervallet 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 ny damsikkerhetsforskrift at det blir tatt hensyn til dette. 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. Dette gjøres ut fra regionale forskjeller og i forhold til dammenes bruddkonsekvenser.

Med de sårbarheter for klimaendringer dammer har, eller kan ha (se pkt 5.4.3), vil behovet for ombygging av dammer og flomløp øke.

I ny damsikkerhetsforskrift 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 ulykkessituasjon. Med hjemmel i vannressursloven § 40, kan NVE pålegge tapping i en uforutsett fare- eller ulykkessituasjon. Dersom flomstørrelsene skulle øke raskt og en ikke

har rukket å bygge om dammenes flomløp, vil denne tappekapasiteten kunne benyttes for raskt å etablere flomdempningsmagasin eller redusere 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 behov for å skjerpe dagens krav til teknisk standard. Det kan være nærliggende å vurdere strengere krav til fribord og til plastring (erosjonssikring) av vannsiden på fyllingsdammer, selv om det siste foreløpig ikke er aktuelt slik klimafremskrivningene ser ut per i dag.

Levetiden på betongkonstruksjonene kan ventes redusert på grunn av raskere nedbrytning og 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.

Damsikkerhetsforskriften setter krav til dameiernes beredskap mot situasjoner som kan innebære fare for skader. Beredskapsplanen skal bygge på en analyse av risiko og sårbarhet. Den skal holdes oppdatert og revideres minst hvert tredje år. Dersom risiko øker som følge av klimaendringer, må dette gjenspeiles i planen.

5.2.5 Påvirkning på NVEs forvaltningsoppgaver

NVE er kontroll-, godkjennings- og tilsynsmyndighet for sikkerhetskrav hjemlet i konsesjoner og regelverk. I denne rollen ligger også revisjonsansvar for forskrifter og retningslinjer og informasjonsansvar om ivaretagelse av sikkerhetskrav:

► I kontroll- og tilsynsrollen, må fokus rettes mot klimaendringseffekter. NVE må påse at dameiere tar hensyn til disse i egenkontrollen av dammene og i sine beredskapsplaner. Som myndighet, må NVE gjennomføre en generell kartlegging/analyse av hvilke damtyper/dammer som er mest sårbare for å kunne prioritere sitt tilsynsarbeid

► I revisjonsrollen for forskriftene, må NVE påse at regelverket tar høyde for klimaendringseffektene og eventuelt foreslå endringer



► I informasjonsansvaret ligger bevisstgjøring hos dameierne om klimaendringseffektene og hvordan disse ivaretas i kravene i regelverket. I NVEs informasjon til befolkningen må det presiseres at sikkerhetskravene til dammer ivaretar klimaendringseffektene, at NVE følger opp disse kravene og at dam-sikkerheten dermed blir ivarettatt

► Innenfor kunnskapsutvikling, kan det bli behov for økt fokus på FoU når det gjelder effekter av klimaendringer. Dette både for NVEs egen kompetanseutvikling og for å påvirke dameiere og konsulenter

5.3 Vassdragskonsesjoner

5.3.1 Forvaltningsområde

NVE har ansvar for konsesjonsbehandling av inngrep i vassdrag som er til nevneverdig skade eller ulempe for allmenne interesser. Slike inngrep kan være bygging av vannkraftanlegg, erverv av fallrettigheter, og nedlegging av vassdragsanlegg. Ansvaret omfatter også fornyelse av tidligere konsesjoner, revisjon av konsesjonsvilkår, og behandling av søknader om opprustings- og utvidelsesprosjekter (O/U-prosjekter).

NVE er vedtaksmyndighet når det gjelder konsesjoner for små vannkraftverk mellom 1 og 10 MW. For større kraftverk skriver NVE innstilling til OED og saken avgjøres av Kongen i Statsråd. For enkelte vannkraftverk med installasjon under 1 MW, er vedtaksmyndighet lagt til fylkeskommunen. NVE lager innstillingen til fylkeskommunen.

NVEs myndighet er hjemlet i vannressursloven og

vassdragsreguleringsloven. Andre sentrale lover er industrikonsesjonsloven, og energiloven, samt plan- og bygningsloven når det gjelder behandlingen av saker etter forskrift om konsekvensutredninger.

5.3.2 Relevante klimaendringer

- Tidligere og reduserte snøsmelteflommer, hyppigere og større høst- og vinterflommer
- Flere lokale regnskylt med påfølgende skadeflommer
- Flere isganger som følge av mildværsperioder vinterstid
- Økt smelting på isbreene som gir økt sommer-vannføring i breelvene
- Lengre tørkeepisoder på Sør- og Østlandet vil medføre lav vannføring og reduksjon i grunnvannsmagasiner

5.3.3 Påvirkning på NVEs forvaltningsoppgaver

Det forventes økt saksmengde som følge av:

- Årsproduksjonen i det norske vannkraftsystemet forventes å stige, særlig i nord og i vest, der nedbørsmengdene antas å øke mest. Ulike utredninger gir svært forskjellige svar på hvor stor produksjonsøkningen vil bli, varierende fra +2 til +20 TWh pr. år mot slutten av dette århundret (18). Dette vil påvirke lønnsomhet og interesse for utbygging
- Det vil bli flere og større flommer, og dermed større fare for flomskader. På Sør- og Østlandet, vil det bli hyppigere sommertørker. Aktiv bruk av reguleringer, kan gi mulighet for flomreduksjon og heving av lavvannsføring. For de største flommene vil regule-

ringene ikke kunne bidra vesentlig til flomreduksjon

Retningslinjer, faglige veiledere og prosedyrebeskrivelser, må oppdateres slik at de fanger opp virkningene av klimaendringene.

5.3.4 Konsekvensutredninger

Plan- og bygningslovens forskrift om konsekvensutredning av 26. juni 2009 gjelder for store utbyggingstiltak, bl.a. vannkraftverk, reguleringer og høyspentledninger over en angitt størrelse og lengde. NVE er ansvarlig myndighet for tiltak som trenger tillatelse etter vassdragslovgivningen eller energiloven. For vannkraftanlegg og reguleringsmagasiner er det melde- og utredningsplikt for utbygging av anlegg med årlig produksjon over 40 GWh, og for magasiner med lagringskapasitet over 10 mill. m³.

Blant klimarelevante tema som skal utredes eller vurderes er bl.a.:

- Overflatehydrologi, herunder vannstands- og vannføringsvariasjoner, ekstremverdier i vannstand og vannføring, samt hyppighet og varighet av disse
- Vanntemperaturendringer, isforhold og lokalklima, herunder elvestrekninger der isforholdene vil bli endret
- Sedimenttransport, erosjon og skred
- Naturlige flommer i vassdraget skal beskrives

sammen med en vurdering av tiltakets virkninger på de framtidige flomforholdene. Det skal redegjøres for hvor og hvordan flommer er planlagt avledet. Dersom det ikke søkes spesielt om andre ordninger, skal det legges til grunn at naturlig flomvannføring i hver enkelt vassdragsdel så vidt mulig ikke økes. Behovet og mulighetene for å bruke reguleringene til flomdemping gjøres rede for

- Erosjonsforholdene i de berørte områdene skal gis en generell beskrivelse, og eventuelle endringer i erosjonsforholdene skal vurderes
- Forekomst av skred i berørte områder. Eventuelle endringer i forhold til risiko for skred skal vurderes. Skredfare i områder med infrastruktur og fremtidige anleggsområder må vurderes. Det skal også gis en utredning eller vurdering om sannsynligheten for skred o.l. som kan lage flombølger i magasiner med ødeleggende virkning på strender, dammer og andre anleggsdeler, hus, eiendom m.v.

Utredningsnivået og -omfanget for det enkelte fag-

tema tilpasses hver enkelt sak.

Etter at ny plan- og bygningslov trådte i kraft 1. juli 2009, er det innført en ny bestemmelse om samfunnsikkerhet, risiko og sårbarhetsanalyser (§ 4-3). 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. Det stilles tilsvarende krav til høring m.v.

Det er først og fremst forhold knyttet til risiko for flom og skred som er beslutningsrelevant i konsesjonsprosessen. Begge disse temaene dekkes som standard i konsekvensutredningsprogrammer for vannkraftprosjekter. Kravet til gjennomføring av en risiko- og sårbarhetsanalyse (ROS) er således naturlig dekket gjennom konsekvensutredningen. Når det gjelder beredskap og ulykkesrisiko knyttet til andre forhold ved prosjektet, dekkes dette av gjeldende regelverk i hovedsak knyttet til detaljplanleggingsfasen og senere i anleggs- og driftsfasen, jf. gjeldende forskrifter innen internkontroll, damsikkerhet og beredskap.

Risiko i forbindelse med havnivåstigning er et nytt tema i konsekvensutredningen, jf. forskrift om konsekvensutredninger. Når det gjelder vannkraft, vil dette temaet bli tatt inn i konsekvensutredningsprogrammet i den grad det anses relevant for det enkelte prosjekt.

5.3.5 Konsesjonsvilkår

En sentral del av konsesjonsprosessen, er å tilpasse prosjektet for å sikre at det ikke medfører uakseptable virkninger dersom det blir gitt konsesjon. Det settes normalt vilkår for å redusere de skadevirkningene som tiltaket medfører. Ved konsesjoner i dag nyttes såkalte "standardvilkår". Flere av standardvilkårene er klimarelaterte og omhandler tiltak mot flom, erosjon, isgang m.m.

Det er aktuelt å vurdere følgende vilkår i et klimatilpassningsperspektiv:

► Konsesjonstid

I vannressursloven § 26 er det åpnet for at konsesjoner kan tidsbegrenses eller ev. revideres etter en viss tid. Konsesjoner etter vannressursloven gis i dag normalt uten tidsbegrensning. Det vurderes foreløpig ikke som aktuelt å endre gjeldende forvaltningspraksis på området, men bruk av bestemmelsene vil eventuelt bli tatt opp til vurdering på et senere tidspunkt dersom virkningene av klimaendringene tilsier at tidsbegrensning kan være et egnet virkemiddel for tilpassning.



► Minstevannføring

I de fleste vannkraftkonsesjoner, stilles det i vilkårene krav om slipp av minstevannføring av hensyn til biologisk mangfold, landskap, friluftsliv osv. Ved fastsettelse av størrelsen på minstevannføringen, er det i prinsippet hensynet til de ulike interessene i vassdraget som skal legges til grunn, men ofte tas det utgangspunkt i alminnelig lavvannføring eller 5-prosentil vannføring. En økning eller reduksjon i vannføringen som følge av klimaendringene, vil derfor bli fanget opp ved fastsettelse av minstevannføringer forutsatt at beregningene bygger på oppdaterte tidsreier. Dette gjelder både ved vurdering av nye konsesjoner og ved vilkårsrevisjoner.

Når det gjelder eldre konsesjoner, vil økt tilsig reise spørsmål om det er kraftprodusentene eller naturen og allmenne interesser som skal nyte godt av dette vannet. Spørsmålet har blitt reist i forbindelse med offentlige høringer i konsesjonssaker i den senere tid. Dersom natur- og brukerinteresser skal prioriteres, er det aktuelt å vurdere slipp av større minstevannføringer, eventuelt kan en vurdere mer dynamisk påslipp av vann basert på tilsiget til enhver tid. Det vil i så fall kreve endringer i gjeldende forvaltningspraksis.

► Manøvrering av magasiner – effektkjøring

Økt nedbør, endret avrenningsmønster, mer vindkraft og et endret kraftmarked, vil aktualisere økt effektkjøring i kraftverkene. Effektkjøring over døgnet innebærer at vannføringen i elvene og vannstanden i magasinene går raskt opp og ned, og kan i enkelte magasiner føre til økt erosjon og gi uheldige virkninger for biologi og brukerinteresser.

Økt effektkjøring kan aktualisere mer bruk av manøvreringsrestriksjoner av hensyn til allmenne interesser. Slike restriksjoner vil imidlertid kunne medføre produksjonstap og redusert lønnsomhet. De må derfor avveies i forhold til dette

► Manøvrering av magasiner – flomdemping

Reguleringsmagasiner kan nyttes til flomdempning og gir mulighet for å redusere skaderisikoen i forbindelse med økte flommer og andre klimarelaterte naturhendelser. Hyppigere og kraftigere flomepisoder vil imidlertid stille nye krav til tilgjengelig magasinkapasitet og manøvrering av magasinene. Det kan derfor i enkelte manøvreringsreglement være aktuelt å fastsette restriksjoner på fyllingen av magasinene i perioder av året hvor det er fare for flom slik at magasinene har nødvendig buffervolum. Krav om økt avledningskapasitet for å ivareta dam-sikkerhet og tillatelse til å overføre flomvannføring mellom vassdrag kan også bli aktuelt å vurdere.

Klimaendringene kan gi vannkraftverkene en utfordring i forhold til håndtering av økte vannmengder. Dette kan føre til at magasinkapasiteten blir overskredet hyppigere enn i dag. Det vil være aktuelt å informere eiere av vannkraftanlegg om det ansvar som påligger i forhold til sikker drift av anleggene. Konsesjonsmyndigheten har også hjemmel til når som helst å fastsette nødvendige endringer i manøvreringsreglementet, dersom det viser seg at manøvreringen medfører skadelige virkninger av omfang for allmenne interesser.

► Hydrologiske observasjoner

I følge standardvilkårene, er konsesjonæren pålagt å utføre nødvendige hydrologiske observasjoner etter at kraftverket er satt i drift. Her kan det være behov for mer spesifiserte krav i forhold til å registrere virkninger av klimaendringer. Dette er også et tema i utarbeidelsen av overvåkningsprogram i henhold til EUs vanndirektiv jf. vannforvaltningsforskriften § 18. Selve vanndirektivet gir ingen nye hjemler i tillegg til de NVE har fra før, til å pålegge plikter for konsesjonærer. NVE må derfor benytte det ordinære hjemmelsgrunnlaget, det vil si lov og konsesjonsvilkår.

NVE kan på eget initiativ etablere hydrologiske målestasjoner, jf. bl.a. bestemmelser om oppsetting av måleapparater i vannressursloven § 56.

5.3.6 Revisjon av konsesjonsvilkår

Et overordnet mål for vilkårsrevisjon, 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 vilkår ytterligere.

Revisjonssyklusen sikrer en mulighet for modernisering av vilkårene hvert 30 år. Dette vurderes som et rimelig intervall for å kunne ta hensyn til f.eks. økning i nedbør, flom, erosjon, skred osv.

Dagens revisjonsinstitutt er begrenset til å vurdere virkningen for miljø og andre allmenne interesser, og til å sette vilkår knyttet til dette. Typiske tema ved revisjon av konsesjonsvilkår, er fyllingsrestriksjoner i magasiner, minstevannføring på tørrlagte strekninger, biotopjusterende tiltak, naturfaglige undersøkelser, og erosjonssikring. Minstevannføring er ofte det viktigste temaet.

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.

Nye retningslinjer for revisjon av vilkår er under utarbeidelse. Her gis det bl.a. kriterier for hvilke revisjonssaker som bør prioriteres, både i forhold til saksbehandling og tiltak som minstevannføring og magasinrestriksjoner.

En rekke kraftverk har konsesjon etter den tidligere vassdragsloven eller etter vannressursloven, hvor det ikke er krav om revisjon av vilkår. Flere gamle anlegg er konsesjonsfrie og således uten vilkår som kan revideres. I slike saker vil det være nødvendig og hensiktsmessig å se behov for vilkårsendringer i sammenheng med eventuelle konsesjoner etter vannressursloven og de muligheter som finnes for å endre denne eller sette nye vilkår. Vannressurslovens §§ 28 og 66, tredje ledd gir mulighet for dette.

5.3.7 Endringer og omgjøringer av konsesjonsvilkår

I følge vassdragsreguleringsloven § 10 har konsesjonærene adgang til å søke om endringer i vilkårene når som helst. Endringer kan bare finne sted etter initiativ fra konsesjonæren (reguleringsanleggets eier). Dette gir eierne en mulighet for å søke om klimatilpasning av vilkårene ved behov.

Vannressursloven §§ 28 og 66 tredje ledd, gir mulighet for omgjøring av vilkårene i særlige tilfeller. Bruken av disse bestemmelsene vurderes og avgjøres fra sak til sak av NVE. Ved sterke miljøhensyn, vil

denne muligheten kunne benyttes. Nødvendig tilpasning av vilkår med sikte på å redusere risiko for store flomskader som følge av klimaendringene, må for eksempel antas å kunne gi grunnlag for å vurdere omgjøring. Ved en konsesjon kan det bare settes vilkår etter vannressursloven.

Omgjøringsadgangen i henhold til vannressursloven § 28 er imidlertid betinget av at allmenne eller private interesser gjør endring påkrevet, og er begrenset til å gjelde i særlige tilfelle. Omgjøring av vilkårene er videre begrunnet i at forholdene kan endres, eventuelt at det foreligger mer kunnskap enn på konsesjonstidspunktet. Denne bestemmelsen gjelder ikke for tiltak som er behandlet etter vassdragsreguleringsloven, jf. lovendring i 1992.

5.4 Energikonsesjoner

5.4.1 Forvaltningsområde

NVE gir konsesjon for bygging av høyspentledninger og vindkraftverk etter energiloven § 3-1. Sakene behandles også etter plan- og bygningslovens bestemmelser om konsekvensutredninger med tilhørende forskrift. Konsesjonssøknadene skal beskrive planlagte anlegg samt kostnader, produksjon og miljømessige konsekvenser.

Konsesjonsvedtaket beskriver hva som skal bygges og fastsetter vilkår for etablering av anleggene. Disse vil normalt ikke regulere driften av anleggene. Kapasiteten i kraftledninger eller vindturbiner kan derfor normalt utnyttes fullt ut. § 3-4 i energilovforskriften har som generelt konsesjonsvilkår at anleggene skal holdes i tilfredsstillende driftssikker stand, og her skal konsesjonær "sørge for vedlikehold og modernisering som sikrer tilfredsstillende leveringskvalitet".

5.4.2 Relevante klimaendringer

- Generelt mer nedbør og flere intense nedbørsperioder
- Økt temperatur
- Mer snø i noen områder, mindre snø i andre
- Mulig økt vind og flere stormer

5.4.3 Tilpasning til et endret klima

Kraftnett og vindkraftverk påvirkes av klimaet. Målet med eventuelle tiltak, vil bl.a. være å oppnå ønsket sikkerhet og å utnytte eventuelle muligheter som et



endret klima gir. Dette betyr at det skal gjøres rasjonelle justeringer på riktig tidspunkt.

Energianlegg som etableres må ivareta en rekke hensyn. Bl.a. innen sikkerhet, miljø og lønnsomhet. På sikkerhetssiden er det f.eks. krav til dimensjonering som er tilpasset ekstreme situasjoner. Det må derfor betydelige klimaendringer til, før ytterligere tiltak er aktuelle.

Kraftledninger

Kraftledninger dimensjoneres for å tåle forventede laster i ulike typer ekstremvær. Sikker drift og vedlikehold under alle værforhold søkes ivaretatt i planleggingen. I denne sammenheng er valg av trase viktig. En god trase bør redusere klimapåkjenninger og lette tilsyn og vedlikehold.

Noen trasevalg gir betydelig større utfordringer for drift av anleggene, men kan likevel bli valgt for å redusere miljøkonsekvenser eller andre ulemper. Et fremtidig klima med flere og kraftigere uvær kan medføre at utsatte fjellpassasjer i større grad bør unngås.

Et økt fokus på klimaendringer, har ført til at noen kraftselskap legger større vekt på klimaundersøkelser i sin planlegging.

Dersom et endret klima medfører økt snødybde i noen områder, må dette tas hensyn til. Det samme gjelder mulig økt ising enkelte steder.

Kraftledninger gjennom skredutsatte områder søkes unngått. Hvis mer nedbør gir økt skredfrekvens, og

ikke minst hvis en kan oppnå bedre identifisering av hvilke områder som er spesielt skredutsatte, vil dette være en viktig faktor ved fremtidige trasevalg.

Forventede vindbelastninger er en viktig faktor ved dimensjonering og bygging av nye kraftledninger. Dersom ekstremvinden øker, kan dette medføre behov for kraftigere dimensjonering av anleggene. Om dagens uværssituasjoner og kjente maksimalvindnivåer kun øker i frekvens, er det ikke sikkert at ytterligere tiltak kreves.

Økt vindstyrke kan gi mer vindfall av trær mot ledningene og medføre behov for bredere ryddebelter. Økt vindstyrke kan også begrunne valg av mindre vindutsatte traseer. På den andre side vil det alltid være mulig å tilpasse luftledninger til økt vindstyrke gjennom økt dimensjonering og økt ryddebelte. Økt omfang av kabling kan derfor ikke begrunnes ut fra mulig økt vindstyrke. Kabling vil være et meget kostbart tiltak og må eventuelt begrunnes ut fra andre hensyn.

Økt maksimalvind synes foreløpig ikke å være en sikker konsekvens av klimaendringene. Tiltak som respons på økt vind kan derfor foreløpig ikke begrunnes. Det vil alltid være mulig å foreta endringer tilknyttet eksisterende anlegg (forsterkninger, ombygginger o.a.) om senere kunnskap skulle tilsi at dette bør gjøres.

Vindkraftverk

Vindkraftverk bygges i samsvar med utredete forutsetninger for områdene der disse skal lokaliseres. Dette gjelder bl.a. beregnet og målt vindstyrke samt vindfordeling.

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 har i liten grad vært en problemstilling tilknyttet de lokaliteter i Norge som hittil har vært planlagt brukt til vindkraftformål.

Utfordringene når det gjelder å sikre lavere kostnader og økt produksjon innen vindkraft, er særlig knyttet til valg av riktige lokaliseringssområder 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.

Forventede klimaendringer innen nedbør, temperatur og snøfordeling antas i liten grad å påvirke disse problemstillingene med tilhørende analyser.

Hvis det viser seg at klimaendringene medfører endringer i vindforhold (maksimalvind, vindstyrke, vindretning), kan dette påvirke produksjon og kostnader i framtida. Økte perioder med maksimal vind kan være en ulempe ved å gi større turbinkostnader og lengre perioder der produksjonen må stoppes. Økt vind over året kan gi økt kraftproduksjon.

Eventuelle endringer i vindforhold er primært en utfordring for vindkraftutbyggere og turbinleverandører, men kan også påvirke konsesjonsbehandlingen. Når det gjelder turbinenes evne til å tåle sterk vind, er det lite sannsynlig at denne raskt må endres. Det produseres allerede turbiner som er tilpasset krevende vindforhold.

5.5 Miljøtilsyn

5.5.1 Forvaltningsområde

NVE følger opp at bygging, vedlikehold og drift av vassdrags- og energianlegg skjer i henhold til krav fastsatt i eller i medhold av vassdrags- og energilovgivningen. Dette omfatter godkjenning av detaljerte planer for miljø og landskap, tilsyn i bygge- og driftsfasen og oppfølging av internkontroll. Ved vassdragsanleggene er pålegg og kontroll av hydrologiske undersøkelser og oppfølging av konsesjonsvilkår som minstevannføring og manøvrering av reguleringsmagasin sentrale arbeidsområder.

NVEs oppfølging av vassdragsanlegg er hjemlet i vannressursloven, forskrift om internkontroll etter

vannressursloven, samt i vilkårene i den enkelte konsesjon. For energianlegg er tilsynet hjemlet i energiloven og energilovforskriften.

5.5.2 Relevante klimaendringer

- Nedbør og avrenning vil øke, særlig i nord og i vest, og spesielt om høsten og i vinterhalvåret
- Økt antall flomhendelser, spesielt i vinterhalvåret og langs kysten av Nordland og Troms
- Varighet av tørkeepisoder på Sør- og Østlandet vil øke og gi lengre perioder med lav vannføring samt reduksjon i grunnvannsmagasiner
- Økt temperatur særlig vinterstid, vil gi økt avsmeltning av breer, tidlig snøsmelting og reduksjon i snømagasin på lenger sikt
- Vekstsesongen forlenges
- Endret isleggingsmønster både når det gjelder lokalisering og varighet

5.5.3 Tilpasning til endret klima

Når vannkraft-, vindkraft- eller kraftledningskonsesjoner er gitt, skal konsesjonær før byggestart legge fram detaljerte miljø- og landskapsplaner for NVE. I byggefasen vektlegges å finne gode anleggstekniske løsninger for miljø og landskap innenfor konsesjonens rammer. I driftsfasen er fokus at anlegget drives og vedlikeholdes i tråd med gitte tillatelser.

Økt nedbør og flere intense nedbørepisoder, øker erosjons- og skredfaren. Dette medfører at det blir viktig raskt å etablere og eventuelt vedlikeholde vegetasjonsdekke, på erosjonsutsatte areal. Det kan også være aktuelt å vurdere andre erosjonshindrende tiltak i anleggsperioden.

I bygge- og driftsfasen skal tiltakshaver for vannkraftanlegg ha et operativt internkontrollsystem. Kravet om internkontroll gjelder foreløpig ikke for tiltak etter energiloven, men det arbeides med å få dette etablert. Ved revisjon av dette systemet, bør det være fokus på forhold som påvirkes av endret klima f.eks. økt erosjonsfare og begroing/gjengroing av tørrlagte elveløp/flomløp. Dersom gjengroing med trær og busker kan medføre økt fare for flomskader, må relevante tiltak etterspørres hos konsesjonær. Dette kan være beregninger av hvilke åpent tverrsnitt elva må ha for å ta unna påregnelige flommer og program for rydding slik at det nødvendige tverrsnittet holdes åpent.

En generelt lengre vekstsesong, vil gjøre arbeidet med å etablere og vedlikeholde vegetasjon på anleggs-



områder enklere. Samtidig kan tørkeepisoder sommerstid og endret snødekke vinterstid medføre økt stress for vegetasjonen.

Det vil sannsynligvis bli flere isganger i vassdragsavsnitt som i dag har stabilt isdekke. Dette kan medføre økt skadefrekvens på konsesjonspålagte tiltak som f.eks. terskler. Det bør ved revisjon av internkontrollsystemene, ses til at konsesjonær rutinemessig etterser disse tiltakene etter isganger og flommer.

Det arbeides med en veileder for rydding og pleie av vegetasjon i kraftledningsgater med spesielt fokus på miljø- og landskapshensyn. Her kan det også bli aktuelt å vurdere fremtidig utforming av kraftledningsgater i forhold til eventuelt endrede vindforhold, dvs. vurdere utvidet eller annen utforming av ryddesonen.

Med hjemmel i vassdragslovgivingen og gitte konsesjoner, kan NVE pålegge konsesjonærer å utføre hydrologiske undersøkelser. Dette kan omfatte vannføring, vannstand i magasin, grunnvann, vanntemperatur, isforhold, sedimenttransport, snø- og breforhold. Vassdragsanlegg med krav om minstevannføring, er fra 1.1.2010 pålagt å ha godkjent, automatisk registrering av dette. I og med at det er forventet lenger varighet på tørkeperioder på Sør- og Østlandet, blir kontroll og tilsyn med pålagte minstevannføringer viktig. Pålegget om automatisk logging av minstevannføring, må derfor følges opp i åra som kommer.

5.5.4 Påvirkning på NVEs forvaltningsoppgaver

Desenereår har det kommet inn svært mange søknader om småkraftverk. Økt kapasitet på konsesjonsbehandling medfører realisering av et økende antall kraftverksprosjekter, som krever oppfølging innen miljøtilsyn.

5.6 Kraftforsyning

Stabil kraftforsyning er viktig for hele samfunnet. Det er særlig kraftforsyningsnettet med tilhørende anlegg som det er viktig å ha oppmerksomhet rundt når det gjelder sårbarhet og tilpassingsbehov knyttet til klimaendringer. (8)

Kraftforsyningen har alltid vært dimensjonert for å tåle klimapåkjenninger, samtidig som disse påkjenningene 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. NVEs tilsyn følger opp at disse kravene etterleves. Kraftforsyningen tilpasser seg kontinuerlig til endrede klimapåkjenninger. Det er samtidig behov for bedre kunnskap om bestemte utfordringer og nærmere vurdering av hvilke tilpassingsbehov dette medfører.

5.6.1 Forvaltningsområde

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, helsetjenester og teletjenester. 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.

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

Forsyningssikkerhet er et grunnleggende krav for kraftforsyningen. Det er en forutsetning at kraftforsyningen også skal fungere under ekstreme klimapåkjenninger, 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 % av all ikke-levert energi (ILE) i distribusjonsnettet, og i underkant av 40 % i henholdsvis regional- og sentralnettet, skyldes klimapåkjenninger (19) (20) og lignende. I dette kan mye tilbakeføres til trefall, lyn, vind og ising. Hvis man ikke gjør noe med systemet slik det er i dag, vil sårbarheten kunne øke ved de forventede klimaendringer. Denne økte sårbarheten vil kunne reduseres dersom det tas høyde for økte klimapåkjenninger ved fremtidige utbygginger, oppgraderinger av eksisterende anlegg og i løpende vedlikehold.

De virksomhetene som er kritisk avhengig av kontinuerlig kraftforsyning, må sikre seg med en egenberedskap (nødstrøm), slik at avbrudd ikke resulterer i uønskede hendelser. 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.

5.6.2 Relevante klimaendringer

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

Basert på tilgjengelige klimafremskrivninger vil endringene for kraftforsyningen i stor grad være av kvantitativ art, med en økning av frekvensen av hendelser, styrke/intensitet og at utfordringene vil forflytte seg geografisk. På disse nye ”problemstedene” er ikke nødvendigvis alle installasjonene i stand til å håndtere økte klimabelastninger uten tilpasningstiltak.

Kraftforsyningens sårbarhet er i tillegg sterkt knyttet til eventuell 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 bl.a. NVE har tatt initiativ til gjennom felles regionale beredskapsøvelser for samordnet reparasjonsberedskap.

Under følger en stikkordsmessig beskrivelse av ulike effekter og mulige konsekvenser basert på klimafremskrivninger for perioden frem mot 2100 (1). 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 ekstremværastene kan bli større.

Følgende liste viser mulige konsekvenser av klimaendringer:

Temperaturøkning

- Mildere vintre og varmere somre, vil kunne jevne ut energiforbruket over året i forhold til i dag
- Fare for økt frekvens av fryse/tinevekslinger kan gi økt problem med frostsprenging i de deler av landet som i dag har stabilt vinterklima
- Ising/snø på linjer i deler av landet som i dag ikke har dette problemet
- Høy temperatur (varme sommerdager) medfører at metallet i linjene utvider seg og medfører såkalt linjesig. Linjene kommer da lavere og kan komme i berøring med vegetasjonen

- Økt temperatur og lenger vekstsesong kan gi større tilvekst i kraftlinjetraseene og øke utfordringene knyttet til vegetasjon og linjer

- Økt sommertemperatur i fremtiden, kan sammen med vegetasjonstilvekst føre til flere avbrudd og forårsake skogbranner med skadepotensial for kraftanlegg

- Økt sarr- og isdannelse i inntakene, særlig ved småkraftverk som er uten regulering. Problemet vil kunne oppstå på andre steder enn tidligere

Nedbør og skred

- Mer nedbør vil gi økt tilsig og dermed økt produksjonspotensiale

- Høyere luftfuktighet og mer nedbør vil gi økt forvitring på betong- og steinkonstruksjoner

- Økt nedbør kan øke risikoen for flom, oversvømmelser og skred. Dette kan øke risikoen for skader på kraftanlegg så som demninger, kraftstasjoner, transformatorer og kraftlinjer. Dette kan innebære at behovet for ombygging av dammer og flomløp vil øke

- Mer intens nedbør, vil bidra til endringer i skredfrekvenser, og kan gi skred i nye områder og dermed gjøre tidligere lite utsatt infrastruktur, mer utsatt

Tordenvær

- Dersom frekvensen av tordenvær/lyn øker, vil problemene med avbrudd øke

Tørke

- Tørkeperioder kan gi økende skogbrannfare som kan medføre risiko for nettet

Grunnforhold

- Mindre tele i bakken i områder som i dag har stabil tele, kan gi svekket stabilitet til for eksempel maste-punkt og skog i stormer

- 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

- Dersom klimaendringen gir dreining av rådende vindretninger vil dette kunne by på utfordringer på linjestrekk og bygninger som i dag ikke er spesielt utsatt for vind

- En vesentlig dreining av rådende vindretning ved etablerte vindkraftparker vil gi redusert produksjon

Luftfuktighet

- Kombinasjonen økt luftfuktighet og økt temperatur, kan gi økende problem med råte i treverk (strøm-master, bygninger), samt akselerere saltkrystallisering i murkonstruksjoner og trevirke

Salt og forurensning

- Mulig økt problem med nedslag av salt og dermed økt risiko for overslag knyttet til saltbelegg på isolatorer og gjennomføringer

Havnivåstigning fører til økt stormflonivå

- Havflommer (stormflo, springflo) vil gi økte utfordringer knyttet til lavtliggende kraftforsyningsanlegg

Vegetasjon

- Økt temperatur og nedbør vil gi økt vegetasjonstilvekst, noe som medfører økt ryddebehov i kraftgater. Dette vil kunne påvirke forsyningsikkerheten

- Vegetasjonstilvekst øker i tillegg mengde brennbart materiale og dermed skadeomfanget i forbindelse med ev. skogbrann

Sammenfallende hendelser

- Kombinasjon av ulike værhendelser samtidig, som bidrar til utfall - f.eks. snøfall og vind

- Økte 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

5.6.3. Klimaoppmerksomhet i kraftforsyningen

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

En undersøkelse (21) i regi av NVE i 2009 bekrefter at klimatilpassning er på dagsorden hos energiselskapene. Undersøkelsen viser imidlertid at det er 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 klimatfordringer, tilpasningsbehov og -takt
- ▶ Å etablere bedre samvirke mellom forvaltningen, FoU-kompetansemiljøene og kraftforsyningen
- ▶ Å forsterke NVEs oppfølging av energiselskaperens arbeid med egne risikovurderinger
- ▶ Å forsterke NVEs oppfølging av energiselskaperens arbeid med tilpasningsplaner

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

5.6.4 Tilpasning til endret klima

NVE rår over en rekke virkemidler for å sikre at kraftforsyningens infrastruktur dimensjoneres for relevante klimabelastninger. Disse virkemidlene anses 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 og tilsyn (normative virkemidler), økonomisk regulering og informasjonsarbeid.

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

I NVEs konsesjonsbehandling skal det tas hensyn til forsyningssikkerhet, noe 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 klimatilpasning bli et sentralt tema. Kraftledningene skal dimensjoneres for å tåle forventede laster i ulike typer ekstremvær. Sikker drift og vedlikehold under alle værforhold, er et annet hensyn som søkes ivarettatt under planleggingen. Valg av trasé er viktig både i forhold til å redusere klimapåkjenninger, og lette egenkontroll og vedlikehold. NVE forventer at nettselskapene i tilstrekkelig grad fokuserer på klimaudersøkelser i sin planlegging.

For å forhindre at nettselskapene utnytter sin monopol situasjon, gis de gjennom den økonomiske regu-

leringen 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 resultat av KSUene er scenariobeskrivelser hvor mulig utvikling i produksjon, forbruksetter-spørsel og nettkapasitet frem i tid vurderes.

Beredskapsarbeidet innen kraftforsyningen, er hjemlet i 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 å oppnå dette, skal kraftforsyningens ulike enheter også drive forebyggende virksomhet i form av bl.a. nødvendig beredskapsplanlegging og gjennomføring av sikringstiltak for å redusere sannsynlighet og/eller konsekvens av mulige hendelser. Energilovens virkeområde i forhold til kraftforsyningen omfatter både naturgitt skade, teknisk svikt og bevisst skadeverk.

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 gjelder for de som har konsesjon for fjernvarmeanlegg.

Ut fra kjente klimautfordringer, synes det som om at krav og forventninger nedfelt i lover og forskrifter, gir tilfredsstillende hjemmelsgrunnlag for en kontinuerlig tilpasning av sektoren. For NVE som tilsynsmyndighet, vil det være viktig å påse at bransjen setter seg inn i og etterlever regelverket. NVEs tilsynsvirksomhet er økende, og klimatilpasning vektlegges i økende grad.

5.6.5. Påvirkning på NVEs forvaltningsområder

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 øke fokus på klimaendringer i forhold til konsesjonssøknader, konsekvensutredninger og kraftsystemutredninger. Investeringskostnadene ved å bygge kraftforsyningsanlegg er høye og det å gjøre bygningstekniske eller arealmessige endringer i ettertid, kan være både vanskelig og kostnadskrevenende. Tilpasningsbehov bør derfor vurderes allerede i planfasen. Klimatilpasning innebærer å ta høyde for usikkerhet, og det vil være viktig at vurderinger rundt aktuelle klimaendringer innarbeides

i alle planer, prosesser og vurderinger av fysiske anlegg som på kortere eller lengre sikt kan bli påvirket av et endret klima.

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

5.7 Energieterspørsel

5.7.1 Forvaltningsområde

NVE skal ha god innsikt i utviklingen av energibruk og faktorer som påvirker denne. Dette innebærer å videreutvikle og oppdatere statistikk for stasjonær energibruk og bistå i utviklingen av virkemidler.

5.7.2 Relevante klimaendringer

I forhold til NVEs forvaltningsoppgaver innen energibruk, vil klimaendringer som gir endringer i energibruk være viktige:

- Økt temperatur om vinteren (oppvarmingssesongen)
- Økt temperatur om sommeren (kjølesesongen)
- Mulig økt vind
- Økt nedbør
- Økt solinnstråling

5.7.3 Endring i energibruken

Endringer i klimaet kan bidra til at ulike deler av energibruken endres. Ved endringer i utetemperaturen, vil først og fremst den temperaturavhengige delen av energibruken endres. Hvis klimaendringene medfører mer vind, nedbør og mer skyer, kan også dette ha innvirkning på kravene til bygninger og økt behov for belysning. Bruk av mer og kraftigere materialer kan innebære økt bruk av energi til produksjon av byggematerialer, og et raskere vedlikeholdsbehov enn under dagens forhold. Økt vindpåvirkning vil øke varmegjennomgangen i byggets konstruksjoner og sammen med endret temperaturredifferanse inne/ute påvirke energibruken.

Når utetemperaturen stiger, reduseres oppvarmings- sesongens lengde, samt differansen mellom komforttemperaturen inne og temperaturen ute. Dette medfører at energibehovet for å opprettholde komforttemperaturen inne reduseres. På sommeren, vil trolig behovet for komfortkjøling øke fordi antallet timer der romtemperaturen stiger over forskriftskravene vil øke. Dette betyr at energibruken i byggene vil reduseres i oppvarmings- sesongen og øke i den varme årstiden.

Økt bruk av kjøleanlegg i bygg kan medføre at romlufta blir tørrere. Dette kan være ønskelig hvis fuktigheten i utelufta øker ved endret klima. Imidlertid kan dette bidra til å øke energibruken, fordi det vil være to grunner til å øke bruken av energi til kjøling – høyere temperaturlaster og større behov for avfuktning.

For å kunne følge opp vårt forvaltningsansvar innenfor energibruk, er det viktig at vi forstår hvilke endringer klima har på energibruken.

Som et eksempel på endring i energibruk som følge av endrede utetemperaturen, har vi gjort en enkel fremskrivning av energibruk i bygninger.

For å kunne gjøre denne typen fremskrivninger er det behov for mer detaljert kompetanse om hva som påvirker energibruken.

Følgende forutsetninger legges til grunn for fremskrivningene:

1. Utetemperaturene øker
2. Temperaturforskjellene mellom sommer og vinter blir mindre
3. Oppvarmings- sesongen blir kortere, og kjøle- sesongen blir lengre



4. Reduksjonen av oppvarmingsandelen av energibruken er større enn økningen av kjøleandelen. Dette er en usikker antagelse, men ut fra en antagelse av at temperaturforskjell mellom vinter og sommer blir mindre og at deler av kjølebehovet kan reduseres ved avskjerming som ikke bidrar til økt energibruk er dette et mulig resultat

5. Vi forutsetter at en reduksjon på 1 °C i forskjell mellom årsmiddeltemperatur utendørs og inne i bygg, vil kunne redusere energibehovet med 2 %, og at en reduksjon i forskjellen på 2 eller 3 °C, kan redusere energibehovet med henholdsvis 5 % og 7 %

5.7.4 Endring i energibruk i 2030, eksemplifisert

I den følgende tabellen vises beregninger for endringer i energibehov i 2030, med henholdsvis 2 %, 5 % og 7 % endring i oppvarmingsbehov og kjølebehov. Utregningene er gjort med bakgrunn i energipostene i TEK97 og TEK07. Økning i utetemperatur, fører til reduksjon av oppvarmingsbehov, og økning i kjølebehov. Ettersom poster til oppvarming er relativt større enn poster til kjøling, vil oppvarmingsbehovet reduseres mer enn kjølebehovet øker.

Analysen vurderer ikke hvilke energikilder og -bære- re energibehovet dekkes opp av. Virkningsgrader er dermed ikke tatt i betraktning.

Energipostene i TEK07 som endret i fremskrivningene er:

- Oppvarming: Oppvarming ventilasjonsluft og rom- oppvarming er redusert med hhv 2 %, 5 % og 7 %

■ Kjøling: Kjølebatteri er økt med hhv. 2 %, 5 % og 7 %. Posten romkjøling er satt til null. I boliger er det dessuten ikke energirammer for kjølebatteri, og denne er derfor satt til null

I fremskrivingene er det tatt høyde for at energipostene er forskjellige for nybygg, rehabiliterte bygg og eksisterende byggmasse. Nybygg er fremskrevet med energiposter lik TEK07, eksisterende bygg med energiposter lik TEK97, mens rehabiliterte bygg er fremskrevet med energiposter mellom TEK07 og TEK97. Arealet for nybygg og rehabiliterte bygg er relativt økende, mens areal for eksisterende byggmasse er relativt synkende.

Tabellen viser at for eksempel en endring på 5 % i oppvarmingsbehov og kjølebehov gjør at energibehovet i 2030 synker med ca. 500 GWh for næringsbygg og 1 TWh for boliger.

Oppvarming og kjøling er endret med samme pro-sentsats i dette regnestykket. Dvs. oppvarming reduseres med 5% mens kjøling økes med 5%. Det kan være grunn til å anta at det fremtidige kjølebehovet øker relativt mer, ettersom kjøling har blitt mer vanlig, samtidig som at kjølesesongen blir lengre.

I tabellen under er det vist et eksempel der oppvarmingsbehovet er redusert med 5%, samtidig som kjølebehovet er økt med 20%. Dette medfører at det totale energibehovet til næringsbygg endrer seg lite i forhold til et referansecase. Energiforbruket til boliger går ned, ettersom energibruk til kjøling er forutsatt lik null i fremskrivingen, og det dermed bare er oppvarming som endres.

Endring i energibruk i 2030 ved endring i oppvarmings- og kjølebehov

Boliger GWh/år	Endring i energibehov		
	2%	5%	7%
Kjølebatterier	0	0	0
Oppvarming gjennom ventilasjon	-24	-60	-84
Romoppvarming	-375	-938	-1313
Sum	-399	-996	-1397

Næringsbygg GWh/år	Endring i energibehov		
	2%	5%	7%
Kjølebatterier	49	121	170
Oppvarming gjennom ventilasjon	-45	-112	-157
Romoppvarming	-208	-519	-727
Sum	-204	-509	-713

Boliger GWh/år	Oppvarming -5% Kjøling +20 %	
	Kjølebatterier	486
Oppvarming gjennom ventilasjon	-112	
Romoppvarming	-519	
Sum	-145	

Næringsbygg GWh/år	Oppvarming -5% Kjøling +20 %	
	Kjølebatterier	0
Oppvarming gjennom ventilasjon	-60	
Romoppvarming	-938	
Sum	-998	

6

Strategi for klimatilpasning



NVE har fire hovedmål:

- Ivareta miljø- og brukerinteresser i vassdrag
- Ivareta sikkerhet og beredskap i kraftforsyningen og sikre samfunnet mot skred og vassdragsulykker
- Fremme verdiskaping gjennom effektiv og miljømessig akseptabel energiproduksjon
- Fremme effektiv og sikker overføring og omsetning av energi og effektiv energibruk

NVE har ansvar for å kartlegge konsekvenser av klimaendringene for sine ansvarsområder og sørge for nødvendige tilpasninger. Endringer i klimaet medfører behov for en løpende klimatilpasning for å unngå uønskede hendelser som kan medføre fare for tap av menneskeliv, materielle skader og ramme viktige infrastruktur og samfunnsfunksjoner. Tilpasningen må bl.a. fokusere på tilstrekkelig sikkerhet og beredskap innen kraftforsyningen og å bidra til å forebygge skader som følge av naturhendelser som flom og skred.

Klimatilpasning kan være fysiske tiltak, men også det å fremskaffe kunnskap om klimaendringer. Klimatilpasning innebærer å ta høyde for en usikker fremtid. Ledelse under usikkerhet vil være noe som preger NVE og aktørene innen NVEs forvaltningsområder. Rasjonelle tiltak må innarbeides i planer og prosesser som på kortere eller lengre sikt kan bli påvirket av et endret klima.

6.1 Dynamisk tilpasningsstrategi

Klimaendringene vil komme med ulik hastighet og gi forskjellig utslag i ulike deler av landet. Bildet av hvordan dette vil påvirke NVEs ansvarsområder frem mot 2100, er derfor komplisert. De beslutninger NVE fatter, har ulik tidshorisont. Noen vil ha virkning de nærmeste tiår, mens andre først vil ha virkning frem mot år 2100. Strategien for klimatilpasning, må avspeile denne virkeligheten slik at NVE gjør de rette tingene på rett tidspunkt. For å greie dette må strategien tilpasses ny kunnskap og være dynamisk.

En dynamisk strategi for klimatilpasning bør bygge på følgende prinsipper:

- Tiltak og beslutninger som har kort levetid, vurderes ut fra dagens klima
- For tiltak og beslutninger med lang levetid, vurderes



det om de må utformes for å tåle klimaendringen som forventes i løpet av levetiden, eller om de utformes ut fra dagens klima, men klargjort for forsterkinger/endringer dersom det blir behov for det i fremtiden

- Tiltakene og beslutningene bør være klimarobuste, dvs. de bør fungere etter hensikten selv om klima-utviklingen blir noe annerledes enn forutsett
- Klimatilpasninger som også bidrar til måloppnåelse innen andre sektorer (naturvern, flomvern, forsynings-sikkerhet osv.) er vinn-vinntiltak og bør prioriteres høyt
- Klimatilpasninger som er kostnadseffektive og som fungerer like godt eller bedre, med forventede klimaendringer, bør få høy prioritet
- Kostnadskrevende tiltak der virkningen reduseres av forventede klimaendringer bør prioriteres lavt

En dynamisk tilpasningsstrategi krever jevnlig oppfølging der nye klimafremskrivninger, ny kunnskap og erfaringer så langt oppsummeres og kursen justeres i henhold til dette. Handlingsplanen (kap.6.3) krever også jevnlig evaluering av oppnådde resultater og hvilke nye tiltak som skal iverksettes:

- ▶ Behovet for overvåking og FoU-aktivitet for å følge med på hvordan klimaendringene påvirker våre ansvarsområder er gjennomgående for alle NVEs fagområder. Tilstrekkelig fokus på dette er avgjørende for at en dynamisk tilpasningsstrategi skal fungere
- ▶ NVEs klimatilpasningsgruppe bør omdefineres til Fastgruppe for klimatilpasning med ansvar for å følge opp klimatilpasningsstrategien slik at denne er oppdatert og bidrar til en formålstjenlig klimatilpasning

innen NVEs ansvarsområder. Arbeidet med klimatilpasning i NVE bør oppsummeres parallelt med øvrig årsoppsummering hver høst og legges frem for direktørmøtet

Innen FoU er det behov for kunnskap om klimaendringer og effekten av disse. NVE er avhengig av at forskning utføres både eksternt og internt. For NVEs forvaltningsområde, vil det være av særlig interesse å få økt kunnskap om eventuelle endringer i vindforhold, klimaforhold som har betydning for ledningsnettet (for eksempel endringer i forhold relatert til islaster), endringer i ekstremer (ekstrem nedbør, flom og tørke) og endringer i lokale hendelser av kort varighet som kan medføre alvorlige konsekvenser. Selv med stadig nye og forbedrede klima- og hydrologiske framskrivninger, vil usikkerheten være stor. Det er derfor også viktig med FoU-aktivitet knyttet til metoder for å estimere og formidle usikkerhet og fatte beslutninger under økt usikkerhet.

For å få til en god klimatilpasning som tar i bruk forskningsresultatene, er det behov for god dialog mellom forskning, forvaltning og kraftbransjen slik at ny kunnskap tas i bruk.

6.2 Overordnede mål og tiltak i klimatilpasningsarbeidet

NVE skal ha fokus i klimatilpasningsarbeidet særlig innen de av NVEs forvaltningsområder der klimaendringer ventes å få særlig alvorlige konsekvenser. Dette kan omfatte endring av krav til vedlikehold, modernisering, sikkerhet og beredskap i kraftforsyningen. Det kan også omfatte dampsikkerhet, bistand til flom- og skredsikring og å sikre god arealbruk som forebygger fare. NVE vil øke kunnskapen om hydrologi og klima gjennom formidling av måleresultater og analyser, samt tilrettelegge for bruk av hydrologiske data i ulike fagmiljø.

1. Høy faglig kompetanse

NVE er avhengig av høy kompetanse og faglig integritet/tillit for å oppnå ønsket klimatilpasning.

- ▶ Vi skal arbeide målbevisst med opplæring og videreutvikling av egne medarbeidere for at disse skal være faglig oppdatert innen virkninger av og tilpasninger til et endret klima
- ▶ Vi skal etablere kontakt og samarbeid med relevante institusjoner i og utenfor Norge for å dele kunnskap om klimaendringer og tilpasningsbehov

2. Kartlegge og ha oversikt

NVE skal kartlegge tilpasningsbehov og tilpasningstakt hos målgrupper innen NVEs forvaltningsområde.

- ▶ Vi skal kartlegge aktuelle klimautfordringer innen energi-, skred- og vassdragsområdet i samarbeid med forskningen, aktører og andre myndigheter
- ▶ Vi skal fastsette konkrete milepæler for å sikre tilstrekkelig fremdrift i klimatilpasningsarbeidet

3. Sikre tilstrekkelig bevissthet

NVE skal systematisk identifisere aktuelle målgrupper for formidling av informasjon om klimatilpasning.

- ▶ Vi skal formidle kunnskap om klimaendringer og tilpasningsbehov ovenfor alle målgrupper
- ▶ Vi skal sørge for at alle innenfor NVEs forvaltningsansvar er kjent med NVEs vurdering av aktuelt klimatilpasningsbehov
- ▶ Vi skal overvåke klimatilpasningstakten og bevissthetsnivået hos NVEs målgrupper innen klimatilpasning

4. Krav og tilsyn

NVE skal formidle krav knyttet til klimatilpasning og føre tilsyn med at fastsatte konsesjonsvilkår, sikkerhets- og beredskapskrav etterleves.

- ▶ Vi skal kommunisere tydelige krav og forventninger til klimatilpasning gjennom krav til konsesjoner, planer, sikkerhetsvurderinger og høringer m.v. på alle NVEs forvaltningsområder

5. Analyse, veiledning og bistand

NVE skal arbeide systematisk for å bidra til at virksomheter innen våre forvaltningsområder skal være i stand til å forebygge og håndtere ekstraordinære påkjenninger knyttet til klimaendringer.

- ▶ Vi skal løpende analysere ny kunnskap om klimaendringer og hva dette kan bety innen våre forvaltningsområder
- ▶ Vi skal gjennom veiledning bidra til å forbedre tilpasningsevnen hos NVEs målgrupper (kommuner, fylkeskommuner, fylkesmenn, virksomheter i kraftforsyningen m.v.)



6. Dialog og samvirke

NVE skal ta initiativ og være en bidragsyter innen beredskapssamarbeidet.

- ▶ Vi skal bidra med å bygge nettverk og både gi og få råd fra våre brukere, forskningen og andre kompetansemiljøer
- ▶ Vi skal søke samarbeid innen klimatilpasningsarbeid med andre relevante sektormyndigheter

6.3 Handlingsplan og FoU-behov innen forvaltningsområdene

I dette kapitlet gis en oversikt over konkrete tiltak innen klimatilpasning samt FoU-behov sortert på NVEs ansvarsområder. I tabellene er det brukt begrepene:

- Fortløpende – den beskrevne tilpasningen er innarbeidet/er i ferd med å innarbeides i saksbehandlingen

- Kort sikt – den beskrevne tilpasningen iverksettes i løpet av strategiperioden (2010-14). Årstall for ferdigstilling/iverksetting oppgis hvis kjent
- Lang sikt – den beskrevne tilpasningen vil sannsynligvis først bli iverksatt etter 2014

Der hovedansvar er fordelt, er dette vist med fet skrift under "Ansvarlig".

6.3.1 Håndtering av skred- og flomrisiko

NVE skal basere sin håndtering av skred- og flomrisiko på oppdatert kunnskap om klima og klimaendringer. Et nært samarbeid mellom forskning og forvaltning er viktig. Prinsippene i EUs flomdirektiv legges til grunn for håndtering av flomrisiko.

Klimatilpasningene skal integreres i de ulike arbeidsområdene knyttet til håndtering av skred- og flomrisiko.

- For råd/krav/tiltak med kort tidshorison (10 – 20 år), opprettholdes praksisen med å basere seg på historiske klimadata
- For råd/krav/tiltak med middels (20 – 50 år) eller lang (50 – 100 år) tidshorison, må tilpasning til lokale klimafremskrivninger vurderes og eventuelt iverksettes

Kartlegging

Aktsomhetskart for flom og skred skal ta høyde for klimaendringene. I arbeidet med kartlegging av flomfare skal det legges økt vekt på flom i små vassdrag med særlig vekt på bratte, masseførende vassdrag med stort skadepotensial. NVE skal bidra til utarbeidelse av retningslinjer for kartlegging av kritiske kulverter/bruer/flomverk i mindre vassdrag og bekker med stort skadepotensial.

Tiltak Kartlegging	Ansvar	Tidsfrist
NVE vil prioritere bistand til kartlegging av områder med høyest risiko, er det også tas hensyn til forventede utslag av klimaendringer	SVK	Fortløpende
Der regionale klimafremskrivninger gir en forventet økning i 200-årsflom på mer enn 20 % de neste 20-100 år, skal det gis opplysning om de fremtidige nivåene på flomsonekartene. Dette gjelder både for nye og for ajourførte kart. For flomsonekart som omfatter utløp i sjø skal i tillegg 200-års stormflo i 2100 vises, med havstigning som beskrevet i DSBs Havnivåstigningsrapport (revidert 2009)	SVK	Fortløpende
NVE vil utarbeide retningslinjer for kartlegging av flomfare i bratte masseførende vassdrag hvor fare for skade er stor	SVK	Kort sikt (2012)

Arealplanlegging

Arealplanlegging som tar hensyn til klimaendringer, er det viktigste virkemiddel for å redusere fare for tap og skader ved naturulykker. NVE skal gjennom veiledning, deltagelse i regionale og lokale planforum, regional statlig samordning og uttalelser og innsigelser til de enkelte planer, bidra til at hensynet til et

endret klima og effekten på flom og skred blir ivare tatt i arealplanleggingen.

Overvannshåndtering og havnivåstigning er to tema uten en klart definert "ansvarlig" statlig etat. NVE tar hensyn til økt stormflonivå ved behandling av arealplaner i munningsområder.

Tiltak Arealplanlegging	Ansvar	Tidsfrist
Der regionale klimafremskrivninger gir en økning i 200-årsflommen på mer enn 20 % de neste 20-100 år, legges klimafremskrivningene til grunn ved utredning av flomvannstand og krav til flomsikker utbygging. NVE formidler krav til utredning og følger dette opp i høringen av planer	SVA	Fortløpende
For areal utsatt for flom fra elv og sjø, legges i tillegg 200-års stormflo i 2100 til grunn som sikkerhetsnivå ved ny utbygging, med havstigning som beskrevet i DSBs Havnivåstigningsrapport (revidert 2009)		
Forvaltningspraksis tilpasses den beste kunnskapen om skred og klima fortløpende	SVA	Fortløpende
NVE skal vie flommer i små vassdrag særlig oppmerksomhet i arealplanarbeidet. Ved utvikling av areal mot små vassdrag/bekker, må kritiske kulverter/bruer kartlegges og alternative flomveier vurderes i arealplanarbeidet	SVA	Fortløpende
NVE skal bidra til at forvaltningsplanene i EUs vanndirektiv tar hensyn til klimaendringer når tiltak for å nå miljømålene fastsettes. Tiltakene må være klimarobuste og ikke bidra negativt i forhold til virkningene av fremtidige klimaendringer	SVA	Fortløpende
NVE skal bidra til at kunnskap om effektene av klimaendringer som kommer frem i arbeidet med flomdirektivet også kan brukes i arbeidet med vanndirektivet	SVA	Fortløpende

Sikring

Flere flom- og skredhendelser i områder med stort skadepotensial, og flom- og skredhendelser på steder der det tidligere ikke har vært skader, kan medføre økt behov for sikring.

Et endret risikobilde som følge av klimautviklingen, kan medføre at NVE må prioritere sikring mot skred og sikring mot flommer i små vassdrag med stort

skadepotensial. Dersom bevilgningene til sikringstiltak ikke økes, vil dette medføre redusert innsats innen sikringstiltak i større vassdrag hvor flommene ikke endres i særlig grad, og hvor flommene sjelden utgjør fare for tap av menneskeliv. Det er en forutsetning at vurdering av nytte/kost og risiko viser at tiltakene i de mindre vassdragene og mot skred kommer best ut.

Tiltak Sikring	Ansvar	Tidsfrist
NVE vil prioritere sikring mot skred og flommer i små, masseførende vassdrag med stort skadepotensial, og legge særlig vekt på trygghet for menneskeliv	SVA	Fortløpende
I områder hvor regionale klimafremskrivninger viser en økning i flomtoppen (200-årsflom) på mer enn 20 % de neste 20-100 årene og/eller for strekninger med utløp i sjø, skal dimensjonering av sikringstiltak og nytte/kost-vurderingene legge denne informasjonen til grunn. For disse områdene bør klimaendringen ligges inn som et vurderingskriterium ved tilsyn av eksisterende sikringsanlegg	SVA	Fortløpende

Tiltak Beredskap og krisehåndtering	Ansvar	Tidsfrist
Beredskapsplanleggingen skal bygge på risiko-, sårbarhets-, og klimaendringsanalyser. Beredskapsplanleggingen skal være en løpende prosess og synliggjøre bl.a. årsaks- og konsekvensreducerende tiltak	SV	Fortløpende
NVE skal ta initiativ til og delta i øvelser der egen organisasjon skal øves på flom-/skredsituasjoner som følge av ekstremvær i et endret klima	EB/SV/HV	Fortløpende

Tiltak Beredskap og krisehåndtering FoU	Ansvar	Tidsfrist
NVE skal delta i arbeid for å skaffe mer kunnskap om skredtyper og hvordan klimaparametrene virker inn på disse	SKF	Fortløpende
Endret klima tas med i vurderingene i NVEs metodeutvikling for kartlegging av løsmasseskred	SVK	Fortløpende
Utrede klimaendringenes virkning på flomekstremene. Hvor vil 200-årsflommen bli større? Hvordan er den regionale fordelingen og fordelingen mellom store og små felt?	HM	Kort sikt (2012)
Innarbeide resultatene fra CostAction-prosjektet (4 årig europeisk prosjekt for bl.a. å se på flomberegningsmetoder der det tas hensyn til klimaendringer) som en del av NVEs klimatilpasningsarbeid	HM/HV	Kort sikt (2014)

6.3.2 Damsikkerhet

Klimapåkjenninger er et vesentlig element innen damsikkerhet. NVE skal derfor benytte oppdatert kunnskap om klima og klimaendringer i damsikkerhetsarbeidet. Ut fra rapportens punkter 5.2.3 – 5.2.5 er det med ulik tidshorisonnt behov for en aktiv holdning til de ulike problemstillingene som reises.

Flom er en avgjørende last for dimensjonering og kontroll av damsikkerhet. En forutsetning for riktig laststørrelse, er riktige og oppdaterte flomberegninger. Det er derfor satt i gang et FoU-prosjekt på dette, ”Studie av klimaendringers virkning på dimensjonerende flom og sikkerhet mot dambrudd” i regi av

Hydrologisk avdeling, Meteorologisk institutt og Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU) er samarbeidspartnere.

En annen klimaavhengig last som dammer skal dimensjoneres og kontrolleres for, er istrykk. Kunnskapen på dette området er begrenset og det er behov for FoU-virksomhet. Både kunnskap om størrelse på maksimalt istrykk og eventuelle forskjeller mellom geografiske områder og endringer i forhold til disse pga. klimaendringene er nødvendig.

NVE må gjennomføre en generell kartlegging/analyse av hvilke geografiske områder, damtyper/dammer

Tiltak Damsikkerhet	Ansvar	Tidsfrist
Gjennomføre en generell kartlegging/analyse av hvilke damtyper/dammer som er mest sårbare for klimaendringer	KD	Kort sikt
Ivareta informasjonsansvar om klimaendringseffekter på damsikkerhet gjennom etablerte informasjonskanaler som Produksjonsteknisk konferanse (PTK), Vassdragsteknisk forum (VTF) og informasjonsskriv.	KD	Fortløpende
Informere i egnede kanaler om at regelverkets sikkerhetskrav til dammer ivaretar klimaendringseffektene og at NVE følger opp disse kravene og at damsikkerheten dermed blir ivarettatt.	KD	Fortløpende
Oppfølging av at dameierne i sine beredskapsplaner tar høyde for klimaendringer	KD	Fortløpende
Ha spesiell fokus på revurderingenes fremdrift og innhold i de regioner klimafremskrivningene angir større flommer	KD	Fortløpende
Utrede betydningen av mulig økt sannsynlighet for utfall av strømforsyning til lukemanøvrering og til kontroll- og overvåkingssystemer.	KD/EB	Lang sikt
Utrede betydningen av mulig økt sannsynlighet for tilstopping av flomløp, både i forhold til drivgods og pakking med snø/is	KD	Lang sikt
Vurdere behov for skjærping av lastkrav/revidere retningslinjer	KD	Lang sikt
Utrede betydningen av mulige endringer av vind-/bølbelast	KD	Lang sikt
Vurdere behov for revisjon av forskrifter	KD	Lang sikt

og flomløp som er mest sårbare for å kunne prioritere sitt tilsynsarbeid.

NVE må følge med i forskjellen i regionale klimafremskrivninger. I de regioner klimafremskrivningene angir større flommer, må det være særlig fokus på at fremdriften på revurderingene oppfyller kravene hvert 15. år for dammer i klasse 2, 3 og 4 og 20. år i klasse 1. NVE må også ha fokus på at dameierne i sine beredskapsplaner tar høyde for klimaendringer som vil kunne stille større krav til beredskapen (regionale forskjeller).

I NVEs informasjonsansvar om damsikkerhet, ligger bevisstgjøring hos dameierne om klimaendringseffektene og hvordan disse ivaretas i kravene i regelverket. Dette vil bli ivaretatt gjennom etablerte informasjonskanaler som Produksjonsteknisk konferanse (PTK), Vassdragsteknisk forum (VTF) og informasjonsskriv. Når damsikkerhet og klima er tema i mediene, må NVE i sine bidrag her informere om at regelverkets sikkerhetskrav til dammer ivaretar klimaendringseffektene, at NVE følger opp disse kravene og at damsikkerheten dermed blir ivaretatt.

Tiltak Damsikkerhet FoU	Ansvar	Tidsfrist
Studie av klimaendringers virkning på dimensjonerende flom og sikkerhet mot dambrudd	KD/HM	Kort sikt
Utrede effekten av forventede klimaendringers betydning på størrelsen av dimensjonerende flom i forhold til angitt usikkerhet (klasse) i flomberegninger	KD/HV	Kort sikt
Studie av istrykkets størrelse og geografiske forskjeller	KD	Kort sikt
Studie av skredgenererte bølger; videreføring av skredprosjekt for å finne egnede beregningsmodeller for bølgeforplantning og bølgeoppkylling på dammer etter skred inn i magasin	KD	Kort sikt

6.3.3 Vassdragskonsesjoner

Konsesjonsbehandling av nye vannkraftanlegg, samt fornyelse av tidligere konsesjoner, kan utnyttes som et sentralt virkemiddel for å tilpasse anleggene og vassdragsdriften til klimaendringene. Dette synes i hovedsak å kunne gjennomføres innen rammen av eksisterende lovgrunnlag og forvaltningspraksis.

I forbindelse med vassdragsdrift og vannkraftkonse-

sjoner, vil det være nødvendig å avveie hensynet til alle viktige interesser. En senking 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 medføre målkonflikter som må vurderes i den enkelte sak. Tiltakenes kostnadseffektivitet vil alltid måtte vurderes.

Tiltak Vassdragskonsesjoner	Ansvar	Tidsfrist
Ta i bruk eksisterende virkemidler i vassdragslovgivningen for å redusere eller forebygge risiko eller skader som følge av klimaendringene	KV/KI	Fortløpende
"Standardvilkårene" skal legges til grunn ved nye konsesjoner, fornyelse av tidligere konsesjoner, og ved revisjon av konsesjonsvilkår. Magasinrestriksjoner og andre aktuelle tiltak for å redusere flomfare, erosjon m.v. skal vurderes ved behov. Tiltakene må samtidig avveies i forhold til andre hensyn dersom det oppstår målkonflikter	KV/KI	Fortløpende
Videreføre og eventuelt justere klimarelaterte tema ved revisjon av "Veileder om konsesjonsbehandling av vannkraftsaker – 1/98"	KV/KI/ER	Kort sikt (2010)
Innarbeide ny kunnskap om virkninger av klimaendringene ved oppdatering av retningslinjer, faglige veiledere og prosedyrebeskrivelser (KS-systemet)	KV/KI	Kort sikt (2010)
Innarbeide aktuelle klimarelaterte tema i forslag til "Retningslinjer for revisjon av konsesjonsvilkår". Retningslinjene vil bli utgitt av OED	KV	Kort sikt (2010)

6.3.4 Energikonsesjoner

Kraftledninger

Ut fra at vi i fremtiden kan forvente et våtere og varmere klima med endret snøfordeling, bør det legges økt vekt på å undersøke og unngå antatt skredutsatte og værutsatte traseer. Dagens kunnskaper om mulige endringer i vindstyrke, tilsier neppe umiddelbare tiltak innen dimensjonering av master o.a., men oppnås sikrere kunnskaper om økt maksimalvind, vil også slike tiltak være aktuelle.

Det synes foreløpig ikke å være grunnlag for større tiltak innen planlegging av lokalisering eller produksjon av vindturbiner. Om klimaendringene er en fordel eller ulempe for framtidig vindkraftproduksjon, er det også vanskelig å konkludere på. Økte kunnskaper om kommende klimaendringer vil være en viktig faktor som vindkraftutbyggere, teknologiprodusenter og myndigheter må ta hensyn til. Innsamling av vinddata og bedre vindberegninger er allerede et høyt prioritert utredningsområde innen vindkraft.

Vindkraftverk

Tiltak Energikonsesjoner	Ansvar	Tidsfrist
Innarbeide klimarelaterte tema ved revisjon av veiledere for konsesjonssaker for nett	KN/EN	Kort sikt
Innarbeide klimarelaterte tema ved revisjon av veiledere for konsesjonssaker for energianlegg unntatt vannkraft	KE/EE/ER	Kort sikt

Tiltak Miljøtilsyn	Ansvar	Tidsfrist
Økt fokus på klimarelaterte tema ved revisjon av konsesjonærers eget internkontrollsystem (erosjonsfare, gjengroing, sjekk av terskler m.m.)	KM	Fortløpende
Ferdigstille veileder for rydding og pleie av vegetasjon i kraftledningsgater.	KM	Kort sikt (2010)
Undersøke/sammenstille metoder for forebygging av erosjon og skredfare ved nye vassdragsanlegg (rask vegetasjonsetablering og andre erosjonshindrende tiltak)	KM	Kort sikt (2012)
Innarbeide aktuelle klimarelaterte tema ved revisjon av veileder "Miljøtilsyn ved vassdragsanlegg" 2/2005	KM	Kort sikt

6.3.5 Miljøtilsyn

Klimatilpasning av vassdragsanlegg skjer i hovedsak gjennom konsesjonsbehandlingen. Miljøtilsyn på anleggene skjer i henhold til de klimatilpassede rammene som konsesjonsbehandlingen har satt.

NVE vil ta initiativ til nødvendige utredninger med fokus på klimaendringers effekt på energisektoren som helhet. Dette innbefatter risiko- og sårbarhetsvurderinger og forskning på mulige direkte og indirekte konsekvenser for kraftforsyningen. Utredningene vil bli gjort i samarbeid med forvaltning, forskning og bransje for å innhente kunnskap om tilpasningsbehov, gi råd og formidle forventninger til kraftsektoren.

6.3.6 Energiforsyning

NVE har behov for bedre kunnskap om fremtidens klima og hvordan dette kan påvirke kraftforsyningen.

Tiltak Energiforsyning	Ansvar	Tidsfrist
Innarbeide klimarelaterte tema i veileder for Kraftsystemutredninger	EN	Kort sikt (2011)
Innarbeide klimarelaterte tema ved revisjon av veiledere for konsesjonssaker for energiproduksjonsanlegg	K/EE/ER	Kort sikt
Ivareta bevisstgjøring og veiledning om tilpasning til forventede klimaendringer innen energisektoren (Kraftforsyning og energietterspørsel)	EN, ER, EB, EE	Lang sikt

Dette arbeidet vil bl.a. fokusere på tydeligere krav til å utrede mulige effekter av klimaendringer og ta hensyn til dette gjennom konsesjonsprosesser, konsekvensutredninger og i kraftsystemutredninger. Det vil og være viktig å formidle krav i regelverk og bruke tilsynet til å bevisstgjøre om myndighetenes forventninger til klimatilpasning på eksisterende og nye anlegg.

Selskapenes reparasjonsberedskap må følges opp og beredskapssamarbeid med andre sektorer initieres. Det er også behov for å vurdere kraftforsyningens risiko og sårbarhet i forhold til en rekke tema, slik som lyn, flom, stormflo, ising, skogrydding, skred med flere. Regionale klimautfordringer bør synliggjøres i den grad dette er mulig.

6.3.7 Hydrologi

Innen NVEs forvaltningsområder, er det behov for mer kunnskap om hvordan eventuelle endringer i hydrologiske regimer vil gi endrete avrenningsforhold, energitilsig og endringer i lokale hendelser av kort varighet som kan medføre alvorlige konsekvenser. Selv med stadig nye og forbedrede klima- og hydrologiske framskrivninger, vil usikkerheten være stor. Det er derfor også viktig med FoU-aktivitet knyttet til metoder for å estimere og formidle usikkerhet samt å fatte beslutninger under økt usikkerhet.

Forskningen skal bidra med vitenskapelig kunnskap og være et utgangspunkt for ulike samfunnsaktører som trenger denne kunnskapen i informasjon, analyser, og beslutningsprosesser. Det må også være fokus på fremtidig forskningsbehovinnforvårt forvaltnings-

Tiltak Energiforsyning FoU	Ansvar	Tidsfrist
Bedre datagrunnlag for energibruk – nødvendig grunnlag for gjennomføring av gode analyser og iverksetting av treffsikre virkemidler i forhold til endret energibruksmønster	EE, EA	Kort sikt
Bedre datagrunnlag for hvordan klimaendringene vil påvirke dimensjonering og vurdering av behov for nye overføringsforbindelser innenlands og til utlandet	EN	Kort sikt
Bedre datagrunnlag for hvordan klimaendringene vil påvirke dagens energisystem og ressursgrunnlaget for vann, vind og bioenergi	ER	Kort sikt
Analyser for å vurdere klimavirkningers påvirkning på framtidig kraftproduksjon	ER, EA	Kort sikt
Analyser for å vurdere klimavirkningers påvirkning på framtidig energipotensial: vann, vind og bioenergi	ER	Kort sikt
Kartlegge klimaendringers mulige effekt på lynfrekvens og hvilke områder som vil være mest utsatt	EB, EN	Kort sikt
Kartlegge hvordan havnivåstigning og stormflo vil påvirke kraftinstallasjoner	EB, SVA	Kort sikt
Utrede isingsproblematikk kraftlinjer	EB, EN	Kort sikt
Vurdere framtidig skogrydding i forbindelse med kraftgater, veksthastighet, endring i skogtype, heving av skoggrensen, bredden på ryddegater og ev. målkonflikter knyttet til skogrydding og miljø	EB, EN, KM,	Kort sikt
Utrede mulige konsekvenser av et nytt flom- og skredregime og utfordringer for kraftforsyningsinstallasjoner i og ved regulerte og uregulerte vassdrag, samt i skredutsatte områder	EB, SVK	Kort sikt
Vurdere oppmerksomhetsområdene knyttet til klimalaster, behov for å bryte ned "klimakart" til regionale/lokale kart for best mulig beslutningsgrunnlag	EB, EN, KD,HG, SVK	Kort sikt
Utrede hvordan vind og vindretninger kan påvirke kraftforsyningsinstallasjoner	EB, ER, EN, KE	Kort sikt
Kartlegge endringer i vedlikehold (saltkrystallisering, forvitring, slagregn), og om dette vil påvirke hvor og hvordan vi bygger	EB	Lang sikt
Vurdere samspill med andre infrastrukturområder (slik som vei og tele), for å synliggjøre sektorovergrepene utfordringer som det må tas hensyn til i samfunnsplanleggingen	EB	Lang sikt



område. NVE skal delta i internasjonalt forsknings-samarbeid for å bidra til at vi får bedre prosessforståelse og datagrunnlag knyttet til de klimautfordringer vi står overfor.

Fram til i dag, har det blitt forsket relativt mye på klimaendringer og utvikling av modeller for nedskalering til regionalt og lokalt nivå. Det har vært forsket noe mindre på klimaeffekter i natur, og enda mindre på mulige klimavirkninger i samfunnet. For å få til en god klimatilpasning som tar i bruk forskningsresultatene, er det behov for utvikling av metoder som kan "oversette" disse resultatene til konkrete tall for bruk i for eksempel arealplanlegging og dimensjonering.

Hydrologiske prosesser, f.eks. avrenning fra landoverflaten, lagring av vann som snø, is eller grunnvann, og vekselvirkningen mellom atmosfæren og landoverflaten er en del av det globale klimasystemet. Kunnskap om fysiske prosesser i systemet "atmosfære-hav-land-vann-vegetasjon" må utvikles for å ha et korrekt grunnlag for utvikling av analyseverktøy som skal beskrive mulige endringer i fremtiden. En kartlegging av koblinger mellom klimaet og det hydrologiske systemet, spesielt i lengre tidsperspektiv, er viktig. Noe av forskningen som utføres, vil også direkte kunne spille tilbake til klimamodellene for å forbedre disse.

Klimaframskrivningene gir store endringer i de hy-

drologiske regimene og i utbredelse og mengde av mange viktige parametere (mengde snø, bre, mark/grunnvann, vann i elver, vann i innsjøer og magasiner, vann til fjord og hav, temperatur og frost i jord og vann). Det er derfor viktig med gode observasjoner, forskning rettet mot å oppdage og tallfeste disse endringene samt å forbedre vår prosessforståelse og å lage oppdaterte framskrivninger for hele landet. Både forbedrede modeller og bedre observasjoner er viktig. I de tilfellene hvor naturfarer er knyttet til hydrologiske parametere, vil det være naturlig å se på hvordan disse kan endres som følge av klimaendringene. Dette for bedre å kunne varsle, håndtere og forebygge skader som følge av for eksempel flom, tørke, energiknapphet, skred, erosjon og frost.

NVE vil i løpet av 2010 lage en observasjonsstrategi for overvåking av hydrologiske variable for klimaformål. Strategien vil definere målet med observasjonene, hvilke observasjoner NVE skal ha og hvordan disse skal utføres (dvs. identifisere dagens relevante målestasjoner og målinger, samt beskrive ønskede målestasjoner og målinger). Målenettet vil inkludere lange, homogene tidsserier fra aktive stasjoner. Behovet for nye målestasjoner vil også bli definert. Strategien utarbeides i samarbeid med Meteorologisk institutt der dette er hensiktsmessig.

Hydrologiske endringer som følge av klimaendringer beregnes for mange formål ved hjelp av modeller hvor klimaobservasjoner og klimafremskrivninger

brukes som datagrunnlag. Dette er spesielt viktig for hydrologiske variable hvor direkte observasjoner er vanskelig å utføre med tilstrekkelig dekning i rom og tid. Dette gjelder for eksempel snødekket, breers massebalanse og mark-/grunnvann som dekker store

områder og hvor romlig variasjon vanskelig måles i stasjonspunkter. Et tilpasset nett av målestasjoner for slike grunnlagsdata er viktig, og må vurderes når en observasjonsstrategi defineres.

Tiltak Hydrologi	Ansvar	Tidsfrist
NVE skal opprettholde stor FoU-aktivitet for å få økt kunnskap om klimaendringers effekt på hydrologi, kryosfære og sedimenttransport/erosjon	HM/HB/HS	Fortløpende
NVE skal peke ut viktige tidsserier for overvåking av endringer i hydrologiske variable. Behovet for nye målestasjoner for overvåking av effekten av klimaendringer på hydrologi, kryosfære og sedimenttransport/erosjon, skal kartlegges	HM	Kort sikt (2010/2011)

Vedlegg 1 Mandat

Mandat for NVEs klimagruppe, vedtatt av DM, 5. mai 2008 (sak 76-2008).

Bakgrunn

NVE skal innenfor sine arbeidsområder bidra til å redusere negative effekter av klimaendringer. Dette er en utfordring som berører alle avdelingene i NVE og vil bli arbeidet med i de enkelte avdelinger. Direktørmøtet ønsker i tillegg å etablere en klimagruppe med representanter fra alle avdelingene som skal koordinere og holde en oversikt over klimarelatert arbeid i NVE.

Varighet

Det pågår for tiden en rekke FoU-prosjekter hvor effekten av klimaendringer på hydrologi blir studert. I hovedsak vil disse avsluttes i 2010. Klimagruppens arbeid skal pågå t.o.m. 05.2011. Mandatet revideres årlig.

Rapportering

Klimagruppens kontaktledd mot DM er en styringsgruppe bestående av: Avd.dir V/ Anne Britt Leifseth og avd.dir H/ Morten Johnsrud; gruppeleder rapporterer til styringsgruppen.

Gruppeleder

Hege Hisdal

Gruppens medlemmer

Fra H: Hege Hisdal og Kjetil Melvold

Fra V: Tharan Fergus og Turid Bakken Pedersen

Fra KT: Kjell Molkersrød og Roger Steen

Fra EM: Torodd Jensen

Fra KS: Hilde Harket

Fra AJ: Martin Brittain

Sekretær: Hanne Nordang Solum

Mål

Klimagruppen skal kartlegge og foreslå tiltak for å redusere negative konsekvenser av klimaendringer innen NVEs ansvarsområder, herunder utarbeide en

strategi for tilpasning til klimaendringer innen NVEs forvaltningsområde.

Avgrensning

Det er tre viktige hovedtemaer relatert til klimaendringer:

1. Reduksjon av CO₂-utslipp
2. Klimaendringers omfang relatert til NVEs fagområder
3. Tilpasning til klimaendringer

Klimagruppen vil fokusere på de to siste, klimaendringenes omfang og konsekvenser samt tilpasning til klimaendringer (NVEs fagområder). Det første hovedtemaet vil en egen gruppe under EM arbeide med. Der reduksjon av CO₂-utslipp naturlig må sees i sammenheng med arbeidet i klimagruppen vil også dette temaet bli berørt. Det er ikke gruppens oppgave å utføre analyser.

Oppgaver

Klimagruppen i NVE skal koordinere klimarelatert arbeid i NVE ved å:

1. Kartlegge og sikre at NVE som forvaltnings- og tilsynsmyndighet, forstår hvilke sannsynlige klimaendringseffekter som vil påvirke NVEs ansvarsområde og på hvilken måte.
2. Vurdere endringer i risiko for eget forvaltnings-tilsynsområde basert på til enhver tid oppdatert kunnskap om klimaendringer.
3. Samarbeide med og hente informasjon fra andre nasjonale og internasjonale fagmiljøer og myndigheter som arbeider med klimaendringers betydning relatert til NVEs forvaltningsområder.
4. Kartlegge det regelverket NVE forvalter og vurdere dette opp mot samfunnets tilpasningsbehov, og komme med forslag til endringer av regelverket der det er nødvendig for å redusere negative konsekvenser av klimaendringer.
5. Holde en oversikt over de klimarelaterte aktivitetene etaten deltar i (opplisting av FoU-prosjekter, utredninger mv.) og løpende vurdere behov for videre FoU-virksomhet relatert til klimaendringer.

6. Bidra til at NVE gjennom egne aktiviteter har fokus på at samfunnet øker robustheten i forhold til de effekter klimaendringene kan gi.

7. Kartlegge behovet for å tilpasse egen (og hvis relevant, andre virksomheters) beredskap for å ta hensyn til de tileggsutfordringer klimaendringene kan gi innenfor NVEs forvaltnings- og tilsynsområde.

8. Utarbeide en Strategi for tilpasning til klimaendringer innen NVEs forvaltningsområde. Strategien vil være et bidrag til OEDs og regjeringens klimatilpasningsstrategi.

9. Være referansegruppe for ulike pilotprosjekter relatert til tilpasning til klimaendringer: Aktuelt nå er:

a. Tilpasning til klimaendringer og damsikkerhet (i regi av: KT/H)

b. Tilpasning til klimaendringer og arealplaner (i regi av: V/H)

2) Bidra til at NVE fremstår som én etat med enhetlig forvaltningspraksis i arbeidet med tilpasning til klimaendringer.

3) Lage en plan for hvordan det kan informeres om (internt og eksternt) klimarelaterte arbeidet i NVE.

Gruppen skal også bidra til regjeringens arbeid med tilpasning til klimaendringer ved å gi innspill til den interdepartementale styringsgruppen gjennom OED og holde kontakten med sekretariatet ledet av DSB.

Vedlegg 2 Definisjoner

Ord	Forklaring
Albedo	Albedo er et mål på refleksjonen til en flate eller et legeme. Det er forholdet mellom reflektert elektromagnetiske stråling (sol innstråling) og innkommende stråling. Forholdet representeres vanligvis fra 0 til 1 eller i prosent 0 % til 100 %. Nysnø har høy albedo 0,9 mens jordas gjennomsnittlig albedo er ca. 0,38
Avrenning	Den delen av nedbøren som renner mot bekker eller elver på overflaten (overflateavrenning) eller i via jorda og grunnen (interflow). Vanlige måleenheter er mm eller $l \cdot s^{-1} \cdot km^{-2}$
Alluviale strekninger	Løsmasser av leire, sand og grus avsatt i elver eller vassdrag. I Norge gjerne avsatt etter siste istid
Energiforsyning	I denne rapporten omfatter dette kraftforsyning med tillegg av fjernvarmeproduksjon og -distribusjon
EUs flomdirektiv	Direktivet (2007/60/EF) har som formål å håndtere risikoen flom representerer for mennesker, miljø, kulturarv og økonomi med sikte på å redusere skader ved flom. Direktivet dekker alle varianter av flom, også oversvømmelse fra sjø (stormflo). Direktivet stiller krav om risikokartlegging og en nedbørfeltvis, helhetlig planlegging av skadeforebyggende tiltak
EUs rammedirektiv for vann (Vannrammedirektivet)	Et sentralt miljødirektiv i EU (2000/60/EF). Hovedmålet er å sikre god miljøtilstand (tilnærmet naturtilstand) i vann, både vassdrag, grunnvann og kystvann. Det ble innlemmet i EØS-avtalen i 2008. Direktivet skal sikre en helhetlig og økosystembasert forvaltning av alt vann i Europa
Fyringsgraddager	Differansen mellom døgnmiddeltemperatur og en terskelverdi på 17 °C. Dvs. at en dag med døgnmiddeltemperatur på -10 °C vil bidra med et fyringsgraddagstall på $17 - (-10) = 27$. Summen av fyringsgraddager gjennom fyringssesongen er høyt korrelert med energibehovet knyttet til boligoppvarming
Faresone	I denne rapporten brukt om et areal hvor det er fare for skred eller flom
Fyringssesongen	Den delen av året der bygninger trenger oppvarming, definert som den delen av året da døgnmiddeltemperaturen er under 10 °C
Hensynssone	Begrep brukt i Plan- og bygningsloven. Et område med naturgitte eller andre egenskaper som vi må ta hensyn til når vi bestemmer arealbruken. Dette kan for eksempel være et område som er skred- eller flomutsatt
HRV/LRV	Angir Høyeste/Laveste Regulerte Vannstand i et magasin. HRV/LRV står i konsesjonsvilkårene
Hydrologi	Vitenskapen som omhandler prosessene som fører til uttømming og oppfylling av vannressursene på jordas landområder, og behandler de ulike delene av det hydrologiske kretsløpet
Hydrologisk kretsløp	Stadiene vannet gjennomgår fra atmosfæren til jorda og tilbake til atmosfæren igjen: fordampning fra landjorda, elver, innsjøer og hav, kondensasjon og skydannelse, nedbør, akkumulering og transport av vann i jorda, grunnvann, elver og innsjøer og igjen fordampning
Kjølebatteri	Kjølebatteri brukes i forbindelse med kjøling av ventilasjonsluft. Se TEK07 for energirammene
Klima	Beskrivelse av gjennomsnittsværet på et sted eller i et større område. Klimaet fremkommer når enkeltobservasjoner bearbeides statistisk etter internasjonale retningslinjer. Statistikken baseres vanligvis på en 30-års serie
Klimaendringer	Systematiske endringer i klimaet som skyldes ytre klimapådriv. De ytre påvirkningene kan være menneskeskapt som f.eks. utslipp av drivhusgasser eller partikler. De kan også være naturlige slik som ved systematiske endringer i solinnstrålingen. Vårt fremtidige klima vil være summen av naturlige og menneskeskapt endringer og klimavariasjoner

Ord	Forklaring
Klimafremskrivninger	Kalles også ofte klimaprojeksjoner eller klimascenarier. Dette er fremskrivninger av klimaet under gitte rammebetingelser. Uttrykket er her relatert til menneskeskapte klimaendringer. Rammebetingelsene gis da i form av utslippsscenarioer for klimagasser og partikler. Usikkerheten knyttet til klimafremskrivninger skyldes usikre rammebetingelser, at naturlige klimaendringer kommer i tillegg og at beregningsmetodene er usikre
Klimamodeller	Modeller som beregner hvordan klimaet har vært, er eller vil bli ved å bruke likninger som beskriver prosessene i klimasystemet
Klimapådriv	Beskriver en vedvarende forskjell mellom den energien som stråles inn mot jorda og den energien som stråler ut mot verdensrommet. Pådrivet fører til at klimaet endrer seg mot en ny balanse i innstrålt og utstrålt energi. Pådrivet reduseres etter hvert som klimaet innstiller seg på den nye balansen
Klimavariasjoner	Variasjonene skiller seg fra klimaendringer ved at de ikke går systematisk en vei. De er ofte av regional karakter, men kan også opptre på global skala
Klimavariabler	Målbare størrelser som beskriver klimaet. Eksempler er temperatur, nedbør, fuktighet, vindhastighet og lufttrykk
Korttidsnedbør	Nedbørssummer over perioder inntil noen timer
Kraftforsyning	Produksjon, overføring og distribusjon av elektrisitet
Kryosfære	Ordet kryosfære kommer fra det greske ordet kryos som betyr kald. Kryosfæren kan enkelt defineres som alt frossent vann og mark på overflaten av jorda. Kryosfæren inkluderer sjøis, ferskvannsis, snø, breer, frossen mark og permafrost
Oseanografi	Studiet av jordens hav
Marin grense	Det høyeste nivået havet har stått på et gitt sted etter siste isavsmeltning
Parameter	Kommer fra gresk <i>para</i> , ved siden av, og <i>meter</i> , måling), mat., I matematikken omtales parameter som «variabel konstant». I dette ligger det at en parameter er en variabel, men skal betraktes som en konstant i forhold til andre variabler i en gitt sammenheng. I f.eks. funksjonen $f(x) = 3x + t$ er både x og t variable størrelser, men x er funksjonens eg. variable. Her er t parameter
Porevantrykk	Trykket av vannet i porerommene i løsmasser eller fjell
Persentil	p % persentil: p prosent av observasjoner er nedenfor, Eksempler: 10 % persentilen – 10 % av observasjonene (her klimafremskrivningene) er mindre, 90 % persentilen – 90 % av observasjonene er mindre, medianen er 50 % persentilen – halvparten av observasjonene er mindre
Ravine	En liten dal, hovedsakelig dannet som følge av erosjon av bekker og mindre elver
Sarr	Sarr er iskrystaller dannet fra underkjølt vann når strømhastighet og turbulens er for stor til statisk islegging. Sarr er dermed drivende eller oppsamlet nydannet is i form av enkeltkrystaller. Ofte samler sarren seg i små kaker på overflaten som driver med strømmen. Disse kan stoppe mot en iskant og bygge isdekket oppover elven, eller dukke under. Der det er svært turbulent kan sarret feste seg på bunnen og danne bunnis
Sårbarhet	Et systems evne til å fungere når det utsettes for en uønsket hendelse, samt de problemer systemet får med å gjenoppta sin virksomhet etter at hendelsen har inntruffet
TEK97	Forskrift om krav til byggverk og produkter til byggverk, 1997
TEK07	Forskrift om krav til byggverk og produkter til byggverk, 2007
Tidsoppløsning	En måleserie (tidsserie) av en klima- eller hydrologisk variabel vil ha en bestemt tidsoppløsning. For eksempel vil en tidsserie med tidsoppløsning år, ha en gjennomsnittsverdi per år. Er det månedstidsoppløsning, vil det være en gjennomsnittsverdi per måned og er tidsoppløsningen døgn, vil det være en gjennomsnittsverdi per døgn

Ord	Forklaring
Utslippsfremskrivninger	Fremskrivninger av menneskeskapt utslipp av klimagasser og partikler som påvirker klimaet. Disse bygger på antagelser om demografisk, økonomisk og teknologisk utvikling
Vannekvivalent	Den mengden vann man får hvis man smelter snøen
Vannforvaltningsforskriften	Forskrift av 15. desember 2006 nr. 1446. Forskriften gjennomfører EUs rammedirektiv for vann i norsk rett. Forskriften er fastsatt av Olje- og energidepartementet og Miljøverndepartementet
Vannføring	Vannet som renner i en elv eller bekk, definert som volumet av vann som renner forbi et tverrsnitt av en elv per tidsenhet. Vanlige måleenheter er m^3s^{-1} eller $l s^{-1}$
Variabel	En egenskap ved en enhet som kan måles og som kan anta minst to verdier. For eksempel vil ulike egenskaper i hydrologien som kan måles (hydrologiske variable) være vannføring, grunnvannstand og markvannsinhold

Vedlegg 3 Referanser, bilder og fotografer

Referanser

- 1 Hanssen-Bauer, I., H. Drange, E.J. Førland, L.A. Roald, K.Y.Børsheim, H.Hisdal, D. Lawrence, A. Nesje, S. Sandven, A. Sorteberg, S. Sundby, K. Vasskog og B. Ådlandsvik (2009) Klima i Norge 2100. Bakgrunnsmateriale til NOU Klimatilpassing, Norsk klimasenter, september 2009, Oslo
- 2 Hisdal, H., E. Holmqvist, J.F. Jónsdóttir, P. Jónsson, E. Kuusisto, G. Lindström og L. Roald (2010) Has streamflow changed in the Nordic countries? Report No. 1 2010, NVE, Oslo
- 3 Bache-Stranden, H. og T. Skaugen (2009) Trends in annual maximum snow water Equivalent in Norway (1914-2008). Report No. 3 2009, NVE, Oslo
- 4 Andreassen, L.M, H. Elvehøy, B. Kjølmoen, R.V. Engeset og N. Haakensen (2006) Glacier mass balance and length variation in Norway. *Annals of Glaciology*, 42, 317-325
- 5 Kronholm, K. og K. Stalsberg (2009) Klimaendringer i endringer i skredhyppigheten. Klima 3/09, Cicero Senter for klimaforskning
- 6 Jaedicke, C. (2009) Økt skredfare kan avverges. Klima 1/09, Cicero Senter for klimaforskning
- 7 Jaedicke, C. og A. Kleven (2007) Long term precipitation and slide activity in south-eastern Norway, autumn 2000. *Hydrol. Proc.* 22(4), 495-505
- 8 NVE-rapport 6/2010 - Klimautfordringer i kraftsektoren frem mot 2100
- 9 Engen-Skaugen, T., L.A. Roald, S. Beldring, E.J. Førland, O.E. Tveito, K. Engeland og R.E. Benestad (2005) Climate change impacts on water balance in Norway. *Met.no report 1/2005 Climate*
- 10 Roald, L.A., S. Beldring, T. Engen-Sakugen, E.J. Førland og R.E. Benestad (2006) Climate change impacts on streamflow in Norway, NVE oppdragsrapport 1/2006
- 11 Beldring, S., J. Andreasson, S. Bergström, T. Engen-Skaugen, E.J. Førland, J.F. Jonsdottir, L.A. Roald, J. Rosberg, M. Soumalianen, T. Tonning, B. Vehvaläinen og N. Veijaläinen (2006) Hydrological climate change maps based on RegClim HIRHAM and Rossby Centre RCAO regional climate model results. NVE report 4/2006
- 12 Dyrddal, A og D. Vikhamar-Schuler (2009) Analysis of long-term snow series at selected stations in Norway. *met.no Climate Report 15*
- 13 Asvall R.P. og Å.S. Kvambekk (2006) Ice cover in a changing climate. *Proceedings of the 18th IAHR International Symposium on Ice, Sapporo, Japan.* 269-275
- 14 Engeset, R.V., T.V. Schuler og M. Jackson, (2006) Analysis of the first jökulhlaup at Blåmannsisen in northern Norway and implications for future events. *Annals of Glaciology*, 42, 35-41
- 15 Laumann, T. og A. Nesje (2010) The impact of climate change on future frontal variations of Briksdalsbreen, western Norway. *Journal of Glaciology*, Vol 55 No. 193. 789-796
- 16 Nesje, A., J. Bakke, S.O. Dahl, Ø. Lie og J.A. Matthews (2008) Norwegian mountain glaciers in the past, present and future. *Global and Planetary Change* 60, 10-27
- 17 Havnivåstigning - Estimer av framtidig havnivåstigning i norske kystkommuner, Revidert utgave (2009) Klimatilpassing Norge, DSB - Bjerknessenteret - Miljøverndepartementet
- 18 Fenger, J. (Ed.) (2007) Impacts of climate change on renewable energy sources - their role in the Nordic energy system. *Nord 2007:003*, Nordic Council of Ministers, Copenhagen, pp. 190
- 19 NVEs, Avbruddsstatistikk 2008
- 20 Kjølle, G. (2008) Kraftledninger, værtpåkjenninger og forsyningssikkerhet. SINTEF Energiforskning AS
- 21 Klimatilpassing i kraftforsyningen (2009) NVE Rapport nr. 16-2009 (www.nve.no)

22 Ekstremvannstandsanalyse i sjø ved utvalgte stasjoner, NVE Rapport 11-2000.

Bilder og fotografer

S 6 Kveldshimmel over Hamar
Arne T. Hamarsland

S 8 Snøstorm Nordland
Arne T. Hamarsland

Leirras Kåbøl i Våler
Arne T. Hamarsland

S 9 Dam Eidefoss
Arne T. Hamarsland

Bodø by
Arne T. Hamarsland

S10 Styrtregn i Gjøvik
Arne T. Hamarsland

S 12 Flom i Åbjøra, Nord-Aurdal
Arne T. Hamarsland

S 13 Oppsprukket jord
NVE

S 17 Høstsnø Strynefjellet
Arne T. Hamarsland

S 19 Jostedalsbreen, Jølster
Arne T. Hamarsland

S 20 Illustrasjon. NVE

S 21 Vårflom i Vulu, Skjåk
Arne T. Hamarsland

S 22 Hydrologisk målestasjon
NVE

S 24 Høstløv i is, Osfallet, Åmot
Arne T. Hamarsland

S 26 Flom i Glomma ved Kongsvinger
Arne T. Hamarsland

S 27 Fåvang sentrum under flommen 1995.
FotoNor

S 28 Flomskade Vetlgjuva, Lom
Arne T. Hamarsland

S 31 Raudalsdammen, Skjåk
Arne T. Hamarsland

S 33 Løpet kraftverk, Åmot
Arne T. Hamarsland

S 35 Måna, Tinn
Arne T. Hamarsland

S 37 Finndalen, Lom
Arne T. Hamarsland

S 39 Bodø by
Arne T. Hamarsland

S 43 Illustrasjon.
NVE

S 44 Illustrasjon.
NVE

S 46 Vestbygda, Stange
Arne T. Hamarsland

S 47 Tesse, Sel
Arne T. Hamarsland

S 49 Flom, Solbergfoss 1995
FotoNor

S 57 Engabreen, Meløy
Arne T. Hamarsland

Vedlegg 4 Virkemidler

Ulike statlige virkemidler brukes for å iverksette tiltak som fremmer et bestemt formål. De kan deles inn i juridiske, økonomiske, politiske, informative eller avtalebaserte virkemidler. Ofte vil en rekke virkemidler spille sammen, slik at staten oppnår ønsket effekt og styring av adferd.

Normative virkemidler

Normative virkemidler er statens måte å regulere samfunnet direkte gjennom lover, forskrifter og vedtak. Normativ regulering er den eneste måten staten rettslig kan forplikte ulike aktører, som kommuner, fylkeskommuner, tiltakshavere, hus- og bileiere organisasjoner osv, uten at de selv uttrykkelig har akseptert forpliktelsen (slik de gjør gjennom avtaler).

Det staten ønsker skal være rettslig bindende, må være fastsatt i eller i medhold av lov eller forskrift. Det kan også forekomme regler på ulovfestet grunnlag, som følge av domstolenes praksis eller på grunnlag av sedvane.

Normative virkemidler består i sin enkleste form av rettigheter eller plikter som kan håndheves for domstolene. En rettighet kan være en enerett eller tilkomme flere. Rettigheten kan gå ut på fritak fra en plikt. En plikt kan bestå i forbud eller påbud. Rettighetens eller pliktens innhold kan variere. For både rettigheter og plikter, kan det variere hvem som er subjekter for regelen – hvem som er berettiget eller forpliktet. Det kan være både individer og offentlige organer og instanser.

Normative virkemidler kan være bla å angi hensynsregler og sette tålegrenser for akseptabel belastning, angi tekniske spesifikasjoner og krav eller fastsette prosessregler for hvordan ulike handlinger skal avklares. Et forbud mot en bestemt handling, aktivitet eller tiltak må være beskrevet i lov eller forskrift for å være rettslig bindende jf legalitetsprinsippet. Prinsippet innebærer at den utøvende makt aldri kan gripe inn eller dømme landets borgere uten å ha hjemmel til dette i de gjeldende rettsregler. Det

te kalles ”negativ avgrensning”. Innbyggerne nyter derimot ”positiv avgrensning”, det vil si at de kan gjøre det de ønsker, så lenge det ikke bryter med de gjeldende rettsregler.

I forvaltningsretten finner vi en mengde generelle forbuds- og påbudsregler. Det kan være plikt til å melde i fra til myndighetene om bestemte forhold, innrapportering av tall og data eller plikt til å følge visse krav som er stilt til f eks damsikkerhet. Videre kan det være forbud mot å iverksette ulike typer virksomhet uten konsesjon. Mange forvaltningsrettslige forbud og påbud er stadig i endring, for å holde tritt med den teknologiske og samfunnsmessige utviklingen.

Hvilke motiver den enkelte aktør har for å etterleve regelen, kan variere. I noen situasjoner kan det fremstå som lite meningsfylt å følge en pliktregel når man ikke skjønner hvorfor man skal gjøre det. I regelverket kan dette gi opphav til bestemmelser som synliggjør formål og verdier bak de enkelte reglene. Manglende etterlevelse medfører behov for håndhevsregler. Det kan gjelde regler om kontroll og tilsyn og om ansvar for, eller sanksjoner mot manglende etterlevelse, foruten regler som gir interesserte adgang til å få dom for etterlevelse eller som utløser en form for ansvar eller sanksjoner.

Det er lite hensiktsmessig å vedta alle forbud og påbud ved formell lov. Det er derfor kun de mest sentrale forbud og påbud som reguleres ved lov, i tillegg har forvaltningen fullmakt til å gi nærmere bestemmelser, for eksempel i enkeltvedtak (tillatelser, konsesjoner) eller i forskrifts form.

Når det gjelder håndhevelsen av denne type forbud og påbud har forvaltningen ofte funnet det nødvendig å opprette spesielle kontrollordninger. Det kan være miljøtilsynet i NVE eller annet tilsyn NVE utfører for å føre kontroll f. eks med at nettselskapene overholder sine regelfestede forpliktelser. Det kan være naturlig i denne sammenheng å se på kapasitet og organisering av hvordan myndighetene i de enkelte sektorer håndterer sine tilsynsordninger. I mange tilfeller vil en effektiv (både i forhold til metodikk og kapasitet) og samordnet tilsynsordning innenfor en samfunnssektor, være et godt virkemiddel for på oppnå ønsket adferd.

Det finnes også tilfeller der staten ønsker å håndheve de generelle forbud og påbud ved hjelp av individuelle påbud og forbud. Tiltakshaver blir da pålagt retting av et ulovlig tiltak, for at tiltaket igjen skal være lovlig.

Når myndighetene ønsker å vurdere et tilfelle særskilt, kan de vedta et generelt forbud, som kan fravikes ved individuelle tillatelser. Et eksempel er vassdragslovgivningen. Vannressursloven § 8 oppstiller et generelt forbud mot å iverksette tiltak som kan medføre nevneverdig skade eller ulempe for allmenne interesser... .. uten at det skjer... .. med konsesjon fra vassdragsmyndigheten. Disse reglene kalles ofte "speilvendte regler". Det betyr at det som i utgangspunktet er forbudt, kan tillates dersom man har tillatelse fra myndighetene. Det er ofte slik at man faktisk ønsker en slik adferd, men myndighetene ønsker kontroll med hvem og på hvilken måte utøvere av slik virksomhet opererer. I mange tilfeller blir det satt konkrete vilkår for tillatelser. Det kan være avbøtende tiltak eller ulike former for kompensasjon til de som berøres. Det finnes også ulemper ved slike konsesjonsordninger. Forvaltningen må treffe et stort antall avgjørelser og aktørene må forholde seg til en stort antall skjemaer. Det kan på enkelte områder være formålstjenelig å avskaffe konsesjonsordninger og erstatte disse med generelle regler med bla plikt til melde om enkelte typer disposisjoner eller inngrep. Valg av generelle regler, vil også kunne være en fornuftig løsning der forvaltningspraksis har etablert seg over tid ved en forutgående konsesjonsordning.

Er det vanskelig å angi entydig i en generell bestemmelse hva som skal være tillatt eller forbudt, kan et alternativ være å gi den generelle regelen form av en mer skjønsmessig standard der innholdet lettere lar seg tilpasse omstendighetene i den enkelte sak. Dette gjelder for eksempel generelle aktsomhetskrav eller hensynsregler som retter seg mot ulike typer virksomhet.

Staten kan også styre adferd gjennom de ulike sektormyndighetene på en slik måte at alle hensyn blir ivaretatt. Ulike sektormyndigheter har etter den nye plan- og bygningsloven innsigelsesmyndighet ovenfor planer etter § 5-4 første ledd (myndighet til å fremme innsigelse til planforslag). Videre vil staten kunne styre adferd ved å vedta statlige planretningslinjer i medhold av plan- og bygningsloven § 6-2 (statlige planretningslinjer)

De normative virkemidlene har det til felles at det øves påvirkning ved å pålegge plikter som håndheves ved at overtredelser rammes av straff eller andre negative sanksjoner.

Økonomiske virkemidler

Staten har erfart at man i gitte tilfeller oppnår mer ved å belønne adferd enn ved å straffe uønsket adferd. Det har i stadig større grad blitt lagt til rette for ulike støtteordninger som skal endre folks adferd. Staten kan stimulere adferd gjennom å bevilge midler, enten over statsbudsjettet eller gjennom tilskuddsordninger. Tilskuddsordningene blir som regel forvaltet av sektormyndighetene. Både størrelsen på tilskuddspotten totalt sett, hvor mye den enkelte aktør kan få, og anerkjennelsen av formålet med tilskuddet, vil avgjøre om formålet oppnås. Støtten gis ofte som rene bidrag eller billige lån i tillegg til en viss form for egeninnsats ("egenandel"). Det kan også tenkes andre økonomiske virkemidler som er av den mer indirekte typen, f. eks skatte- og avgiftslettelser for ønsket adferd. Økonomiske virkemidler vil i noen tilfeller være enkelt for staten å administrere, men det skal ikke underslås at man også i disse tilfellene bør foreta kontroller. Dette gjelder både innhold i søknader om støtte og å følge opp at incentivene blir benyttet slik de er ment.

Forsknings- og utviklingsmidler (FoU) kan være en hensiktsmessig måte å tilrettelegge for ønsket framtidig adferd. FoU-prosjeter kan stimulere til utvikling av nye metoder som gjør det enklere å styre aktørers adferd i den retningen staten ønsker. Det kan være utvikling eller forskning på ny teknologi som kan føre til at tiltak og adferd hos ulike aktører i den retningen staten ønsker. Det kan i tillegg bidra til at myndighetenes beslutningsgrunnlag blir bedre, noe som igjen kan legge til rette for at utviklingen går i ønsket retning.

I tillegg til at økonomiske virkemidler gir myndighetene en direkte utgift, er det viktig å merke seg de begrensinger et økonomisk virkemiddel har. Rettferdighetshensyn kan være en begrensning for de økonomiske virkemidlene dersom de skaper og/eller underbygger en forskjellsbehandling, selv om forskjellsbehandlingen er tilsiktet. De økonomiske tiltakene kan da lett utsettes for kritikk. Dessuten kan økonomisk støtte som statlig belønning føre til konflikt med EU-tilpasningen. EØS-avtalens artikkel 61 første ledd forbyr i utgangspunktet enhver form for statsstøtte som vrir eller truer med å vri konkurransen. Det finnes unntak fra dette kravet i EØS-avtalen, men det vil ikke behandles i dette dokumentet.

Politiske signaler

Statens ønsker og mål kan uttrykkes gjennom statens dokumenter som f. eks stortingsmeldinger, stortingsproposisjoner, ulike politiske planer, strategier og statlige rundskriv.

En stortingsmelding (St.meld.) er en rapport fra regjeringen til Stortinget som omhandler et polisk område med evaluering av gjennomført politikk, eller planer om framtidig politikk. Stortingsmeldinger brukes når regjeringen vil presentere saker for Stortinget uten at de er knyttet til forslag til lov- eller plenarvedtak. Stortingsmeldinger har ofte karakter av å være en rapport til Stortinget om arbeid som er gjort på et spesielt felt, eller drøfting av framtidig politikk. Meldingene, og behandlingen i Stortinget, danner ofte grunnlaget for en senere stortingsproposisjon.

En stortingsproposisjon (St.prp.) brukes når regjeringen ber Stortinget om å fatte vedtak som ikke er lovvedtak. Det kan gjelde forslag knyttet til statsbudsjettet eller andre forslag til vedtak. Stortingsproposisjoner behandles av et samlet Storting.

Statlige rundskriv er orienteringer fra departementene til berørte forvaltningsorganer om tolkninger av lover og forskrifter.

Avtalte forpliktelser

Myndighetene kan også forhandle med personer eller organisasjoner som de ønsker å påvirke i en bestemt retning. Myndighetene vil ofte under slike forhandlinger måtte bidra med økonomisk støtte eller andre goder som motparten ønsker. Avtaler kan også komme i forbindelse med at myndighetene signaliserer at de vil foreslå et forbud mot en bestemt handling eller væremåte hvis en uønsket situasjon ikke opphører. Bruk av avtaler har sine svakheter. Blant annet kan spesielt sterke parter oppnå en fordel som andre aktører ikke får. Det kan imidlertid være en fordel å få til avtaler som på en frivillig måte løser vanskelige problemer. Dette fordi avtaler ofte oppleves som mer hensynsfullt overfor den private part. At staten gjør egne avtaler med f. eks bransjeorganisasjoner, aktører eller tiltakshavere, kan bidra til at staten oppnår de ønsker og mål som er satt. Avtaler med organisasjoner kan være et nyttig virkemiddel når man skal nå mange aktører på en gang. Denne typen virkemidler vurderes ofte i sammenheng med andre virkemidler som økonomiske og normative.

Informasjon, rådgivning og opplysninger

Informasjon fra myndighetene vil i mange sammenhenger være et nødvendig virkemiddel for å påvirke utviklingen i retning av ønsket adferd. Informasjon er et viktig virkemiddel når staten ønsker å formidle sine vedtak og gi uttrykk for forvaltningens standpunkt(er). Informasjon kan også brukes som selvstendig virkemiddel der myndighetene ønsker å

motvirke uønsket adferd ved å informere om at den kan være skadelig eller farlig. Informasjon kan også brukes for å belyse ønsket adferd. Informasjon som virkemiddel kan i ha begrenset effekt hvis den ikke suppleres med andre virkemidler.

Informasjon som virkemiddel, kan blant annet gjennomføres ved bruk av veiledere, saksbehandlingsprosesser og fortolkning av forskrifter og lover (normative virkemidler). En annen måte å bruke informasjon som virkemiddel, kan være å holde informasjonsmøter for bransjeorganisasjoner, aktører eller andre aktuelle fora, slik at ønsket adferd blir oppnådd. Statlige myndigheter vil også i enkelte tilfeller bidra med rådgivning om for eksempel hva som kreves i en søknad om konsesjon.

Flomsonekart, kart over rasutsatte områder og regionale kraftsystemutredninger er viktige informasjonsvirkemidler som forvaltes av NVE. Disse gir ikke bindende krav til handlinger, men er likevel nyttige hjelpemidler på disse områdene.

Flere av virkemidlene som er belyst i dette kapitlet, vil etter NVEs syn være egnet for å styre innbyggernes adferd både alene og i spill med hverandre også i et endret fremtidig klima. Hovedvekten av NVEs virkemiddelbruk baserer seg på normative virkemidler i form av lover, forskrifter og vedtak.

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

Utgitt i Rapportserien i 2010

- Nr. 1 Tor Arnt Johnsen (red.): Kvartalsrapport for kraftmarkedet. 4. kvartal 2009
- Nr. 2 Tilgangen til fornybar energi i Norge - et innspill til Klimakur 2020 (30 s.)
- Nr. 3 Klimagassutslipp fra fjernvarme: Tiltak og virkemidler- et innspill til Klimakur 2020 (30 s.)
- Nr. 4 Tiltak og virkemidler for redusert utslipp av klimagasser fra norske bygninger - et innspill til Klimakur 2020 (120 s.)
- Nr. 5 Årsrapport for tilsyn 2009 (30 s.)
- Nr. 6 Klimautfordringer i kraftsektoren frem mot 2100. Sammendragsrapport (13 s.)
- Nr. 7 Thomas Skaugen (red.) Norges hydrologiske stasjonsnett –analyse og strategi (56 s.)
- Nr. 8 Kulturminner i vassdrag. Flom- og erosjonssikring, kanaler og miljøtiltak (96 s.)
- Nr. 9 Jørn Opdahl, Hervé Colleuille: Landsomfattende mark- og grunnvannsnett. Drift og formidling 2009 (39 s.)
- Nr. 10 Tor Arnt Johnsen (red.): Kvartalsrapport for kraftmarkedet. 1. kvartal 2010
- Nr. 11 Anne Haugum (red.): Årsrapport for utførte sikrings- og miljøtiltak i 2009 (45 s.)
- Nr. 12 Grethe H Midttømme (red.): Analyse av dambruddsbølger
- Nr. 13 Hege Sveaas Fadum (red.) Avbrotstatistikk 2009 (110 s.)
- Nr. 14 Tor Arnt Johnsen (red.): Kvartalsrapport for kraftmarkedet. 2. kvartal 2010 (71 s.)
- Nr. 15 Klimatilpasning innen NVEs ansvarsområder – Strategi 2010 - 2014 (68 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

