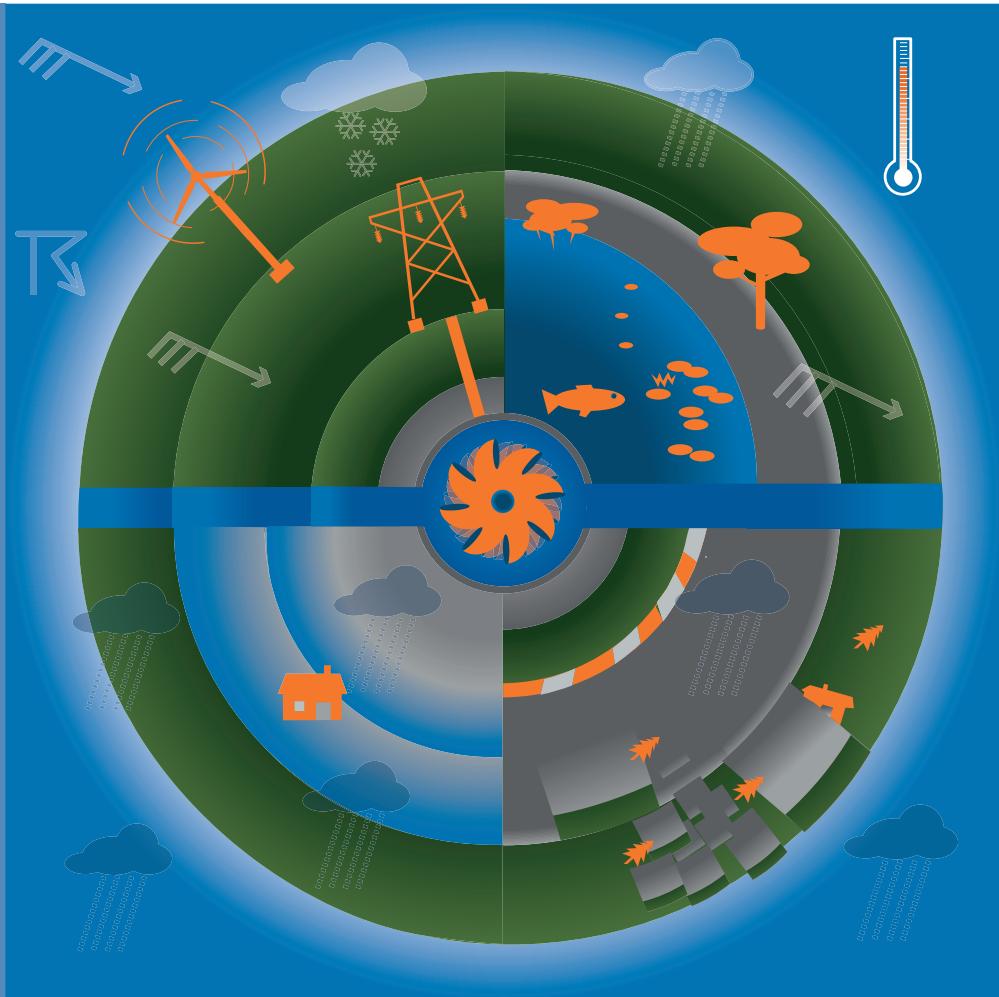


Klimatilpasning innan ansvarsområda til NVE

Strategi 2010 - 2014

19
2010

R A P P O R T



Klimatilpasning innan NVEs ansvarsområde

Strategi 2010 - 2014

Noregs vassdrags- og energidirektorat
2010

Rapport nr. 19-2010

Klimatilpassing innan NVE sine ansvarsområde – Strategi 2010–2014

Gitt ut av: Norges vassdrags- og energidirektorat

Redaktør: Arne T. Hamarsland

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

Trykk: NVE sitt hustrykkjeri

Opplag: 160

ISSN: 1501-2832

ISBN: 978-82-410-0726-2

Samandrag: NVE har utarbeidd ein samla klimatilpassingsstrategi innan ansvarsområda sine. Det blir gitt ein systematisk gjennomgang av korleis eit framtidig endra klima vil verke inn på NVE sine forvaltungsområde, korleis NVE skal møte utfordringane, sårbarheitar, moglegheiter og forslag til tilpassingstiltak. Klimatilpassing er ein dynamisk prosess. Det er difor nødvendig å følgje opp arbeidet kontinuerleg og korrigere kurSEN med jamne mellomrom. Klimatilpassingsstrategien med tilpassingstiltak er eit grunnlag og ein retningsgivar i NVE si verksemndplanlegging.

Emneord: Klima, klimatilpassing, hydrologi, flaum, skred, vassdragsforvalting, damsikkerheit, vassdragskonsesjonar, energikonsesjonar, miljøtilsyn, kraftforsyning, energietterspurnad

© 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 sikkerheit 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 vær" 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 klimautsleppa."

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 damsikkerheit, vedlikehald, modernisering, sikkerheit 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 mandatpunktene 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, sårbarheitar, moglegheiter og forslag til tilpassings tiltak. 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 difor noko overlapping mellom desse to kapitla og dei andre kapitla i dokumentet. Klimatilpassing er ein dynamisk prosess. Det er difor nødvendig å følge opp arbeidet kontinuerleg og korrigere kurset med jamne mellomrom.

Klimatilpassingsstrategien med tilpassingstiltak utgjer eit grunnlag for NVE si verksemddplanlegging.

Oslo, desember 2010



Agnar Aas

vassdrags- og energidirektør

Innhald

Forord	3
Samandrag, strategi og tiltak	6
2 Innleiing	11
3 Klima, hydrologi, skred og havnivå	12
3.1 Klima- og hydrologiske variablar	13
3.2 Klima, hydrologi, havnivå og skred dei siste 30 år	14
3.3 Klima, hydrologi, skred og havnivå i framtida	17
3.4 Overvaking av hydrologi	22
3.5 Usikkerheit	23
4 Verkemiddel	24
5 Konsekvensar av klimaendringar innan NVEs forvaltningsområder	26
5.1 Skred- og vassdragsforvaltning	27
5.2 Damsikkerheit	30
5.3 Vassdragkonsesjonar	33
5.4 Energikonsesjonar	36
5.5 Miljøtilsyn	38
5.6 Kraftforsyning	39
5.7 Energietterspurnad	43
6 Strategi for klimatilpassing	46
6.1 Dynamisk tilpassingsstrategi	47
6.2 Overordna mål og tiltak i klimatilpassingsarbeidet	48
6.3 Handlingsplan og FoU-behov innan forvaltningsområda	49
Vedlegg 1 Mandat	57
Vedlegg 2 Definisjonar	59
Vedlegg 3 Referansar, bilete og fotografar	62
Vedlegg 4 Verkemiddel	64

1

Samandrag, strategi og tiltak

Eit endra klima vil føre med seg både utfordringar og moglegheiter innan NVE sine ansvarsområde. Noreg er eit langstrakt land med variert topografi. Endringane vil difor gi ulike utslag i ulike delar av landet. Klimaframskrivningane er ingen fasit. Dei er forbunde med usikkerheit, særleg når det gjeld utviklinga fram mot år 2100. Dei grunnleggjande trendane er derimot tydelege, og dette gjer at vi veit nok til å handle no.

Dei viktigaste klima- og klimarelaterte endringane innan NVE sine ansvarsfelt er:

- Temperaturen vil auke, mest om vinteren og i Nord-Noreg.
- Årsnedbøren vil generelt auke, mest om vinteren og våren. Sommarnedbøren vil generelt minke, mest på Aust- og Sørlandet. Haustnedbøren vil auke i alle regionar.
- Vi vil få fleire lokale, intense nedbørepisodar.
- Avrenning i vintermånadene vil i stor grad auke, mens avrenning i sommarhalvåret generelt vil reduserast.
- Flaumfaren vil auke haust og vinter, og regnflaumane blir generelt større.
- Vi vil få meir sommartørke på Aust- og Sørlandet.
- Brearealet vil bli redusert.
- Bresmeltinga og bretilsiget vil auke på kort sikt, men minke på lang sikt, ettersom breane smeltar vekk.
- Snøskred og lausmasseskred kan komme i område der det tidlegare ikkje har gått skred.

Endringar i klimaet fører til behov for ei fortløpende klimatilpassing for å unngå uønskte hendingar som kan føre til fare for menneskeliv og ramme viktig infrastruktur og samfunnsfunksjonar.

Klimatilpassing kan innebere både fysiske tiltak og tiltak for å få nok kunnskap om klimaendringane til å kunne ta hensiktsmessige avgjersler.

Klimaendringane vil komme med ulik fart og gi forskjellig utslag i ulike delar av landet. Dei avgjerslene som NVE tek, har ulik tidshorisont. Strategien for klimatilpassing må spegle denne verkelegheita, slik

at NVE gjer dei rette tinga på rett tidspunkt. For å greie dette må strategien tilpassast ny kunnskap og vere dynamisk.

Ein dynamisk strategi for klimatilpassing bør byggje på desse prinsippa:

- Tiltak/avgjersler som har kort levetid, skal vurderast ut frå dagens klima.
- For tiltak/avgjersler med lang levetid skal det vurderast om dei må byggjast for å tåle klimaendringa som ein forventar kjem i løpet av levetida, eller om dei skal utformast ut frå dagens klima, men klargjort for forsterkingar/endringar.
- Tiltaka/avgjerslene bør vere klimarobuste, dvs. at dei bør fungere etter hensikta sjølv om klimautviklinga blir noko annleis enn ein venta.
- Klimatilpassingar som også bidreg til å oppnå mål på andre område (naturvern, flaumvern, forsynings-sikkerheit osv.), er vinn-vinn-tilpassingar og bør prioritertast høgt.
- Klimatilpassingar som er kostnadseffektive, og som fungerer like godt eller betre med forventa klimaendringar, bør få høg priorititet.
- Kostnadskrevjande tilpassingstiltak der verknaden blir redusert av forventa klimaendringar, bør prioritertast lågt.

NVE må vere spesielt oppmerksame på dei av NVE sine forvaltingsområde der ein ventar at klimaendringar vil få særleg alvorlege konsekvensar. Dette kan omfatte å endre eller presisere krav og forskrifter innan NVE sine forvaltingsområde, til dømes krav til vedlikehald, modernisering, sikkerheit og beredskap i kraftforsyninga samt krav til damsikkerheit. Det kan også omfatte bistand til flaum- og skredsikring

samt å sikre god arealbruk som førebyggjer fare.

NVE vil auke kunnskapen om klimaendringar og effekten på hydrologi gjennom å formidle måleresultat og analysar samt leggje til rette for bruk av hydrologiske data i ulike fagmiljø.

For å nå desse måla skal NVE ha høg fagleg kompetanse, kartleggje tilpassingsbehov og tilpassingstiltak samt sikre tilstrekkeleg bevisstheit blant aktørane innan NVE sine ansvarsfelt. Dette skal skje ved at NVE analyserer behov, gir rettleiing og bistand samt formidlar krav om tilpassing. Klimatilpassingsarbeidet til NVE skal byggje på dialog og samvirke med aktuelle aktørar innan forvalting, forsking og næringsliv.

For å sikre at NVE har oppdatert kunnskap om klimaendringar bør:

- NVE styrkje fokuset på overvaking og FoU-aktivitet for å følgje med på korleis klimaendringane verkar inn på NVE sine ansvarsområde.
- NVE si klimatilpassingsgruppe definerast om til ei fastgruppe for klimatilpassing.

Skred- og flaumrisiko

Klimatilpassing skal integrerast i dei ulike arbeidsområda. Råd/krav/tiltak med kort tidshorisont skal baserast på historiske klimadata. Ved lengre tidshorisont skal ein vurdere å tilpasse dei til klimaframskrivningar. Kartlegging og sikring skal prioriterast etter risiko og nytte/kost. Klimautviklinga tilseier at tiltak mot skred-, flaum- og erosjonsfare i mindre, bratte, masseførande vassdrag med stort skadepotensial må prioriterast. NVE skal bidra til at det



blir teke omsyn til eit endra klima under arealplanlegginga.

Damsikkerheit

Klimaendringar verkar inn på damsikkerheten og det må difor vere fokus på å følgje opp kravet om flaumberekning og revurdering kvart 15. år. Det blir prioritert å skaffe til vege auka kunnskap om korleis klimaendringar verkar inn på til dømes istrykk, og kva for geografiske område, damtypar og flaumløp som er mest sårbar.

Vassdragskonsesjonar

Konsesjonshandsaming av vasskraftanlegg samt fornying av tidlegare konsesjonar blir brukt som verkemiddel for å tilpasse anlegga og drifta av desse til klimaendringane. Den konkrete vurderinga blir teke i kvar enkelt sak.

Energikonsesjonar

Det bør leggjast vekt på å undersøkje og ev. unngå linjetrasear som er ras- eller vêrutsette. Det verkar ikkje å vere behov for vesentlege endringar innan vindkraft.

Miljøtilsyn

Ved tilsyn av anlegg og internkontrollsysteem blir det lagt auka vekt på at konsesjonæren har teke omsyn til relevante klimaendringar.

Kraftforsyning

NVE og aktørane har behov for betre kunnskap om korleis eit endra klima vil verke inn på kraftforsyninga. Klimaendringar vil vere viktige fokusområde i konsesjonsprosessar, konsekvens- og



kraftsystemutgreiingar samt ved vurdering av reparasjonsberedskap og kraftforsyninga si sårbarheit overfor ulike klimavariablar.

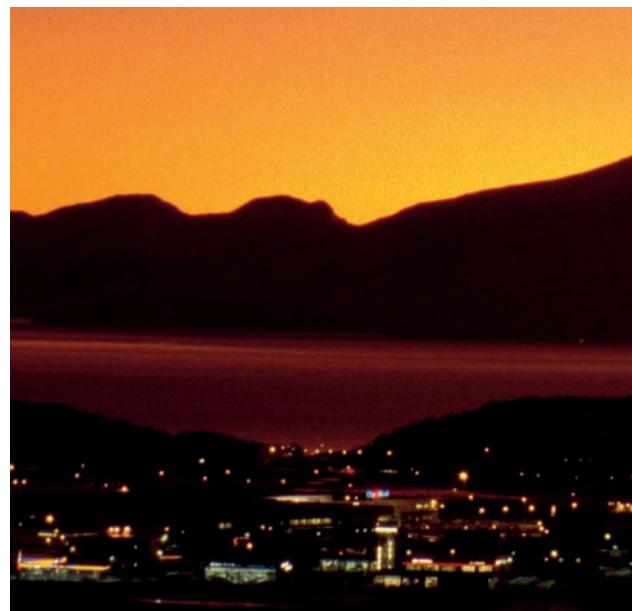
Hydrologi

Det er behov for meir kunnskap om korleis flaum og tørke samt kryosfæren blir endra i eit framtidig klima. Auka usikkerheit fører til eit behov for å utvikle metodar for å kvantifisere uvissa, formidle resultata og ta avgjersler under auka usikkerheit.

Tiltak

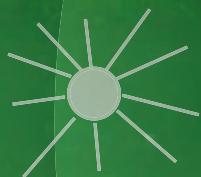
Dette er dei viktigaste enkelttiltaka NVE skal setje i verk for å møte klimaendringane:

- ▶ Analyser og utvikle nettet av hydrologiske målestasjonar slik at dette dekkjer behovet for overvaking av endringar i hydrologi og kryosfæren.
- ▶ Ta omsyn til klimaendring ved prioritering og gjennomføring av kartlegging av faresoner for skred.
- ▶ Leggje større vekt på kartlegging av faresoner for skred og flaum i små, bratte vassdrag med stort skadepotensial.
- ▶ Utarbeide retningslinjer og hjelpe kommunar med å kartlegge faresoner for skred og flaum.
- ▶ Oppdatere flaumsonekart for vassdrag der det er venta meir enn 20 % auke i 200-årsflaum.
- ▶ Leggje større vekt på bistanden til sikringstiltak mot skred og flaum for små vassdrag med stort skadepotensial og fare for menneskeliv.
- ▶ Hjelpe kommunane i arealplanlegginga og med risiko- og sårbarheitsanalysar med fokus på fareområde innan NVE sine ansvarsområde.
- ▶ Bidra til regionale planar etter plan- og bygningsloven om tilpassing til klimaendringar.
- ▶ Styrke fokuset på samarbeid med kommunar, fylkeskommunar og statlege organ i vurderingar av fare og tilpassingar til klimaendringar.
- ▶ Kontrollere nøyne at dameigarane innfri kravet i Damsikkerhetsforskriften om ny flaumberekning og revurdering av dammane med størst skadepotensial kvart 15. år.
- ▶ Kartleggje/analyse kva for dammar/damtypar som er mest sårbar for klimaendringar.
- ▶ Tilpasse konsesjonsvilkår for vasskraft til endra tilsigsmønster og endra køyring av kraftverka/magasina.
- ▶ Ta større omsyn til klima og klimarelaterte hendingar, som til dømes auka skredfare, ved val av kraftlinjetrasear.
- ▶ Kontrollere at konsesjonærane har innarbeidd omsynet til relevante klimaendringar i internkontrollsystemet.
- ▶ Kartleggje og følgje opp haldningar og handlingar i kraftbransjen vis-à-vis relevante klimaendringar.
- ▶ Greie ut kva for effekt klimaendringane har på energisektoren i sin heilskap.
- ▶ Auke innsatsen på FoU innan klimaendringar og NVE sine forvaltingsområde.
- ▶ Kreyje at klima og endringar i klima er gjort godt nok greie for i søknader NVE får til handsaming/avgjering etter vassdrags- og energilovverket.
- ▶ Innarbeide klimaomsyn ved revisjon av rettleiingsmateriell.



2

Innleiding



Klimaet har store naturlege variasjonar, og dette har opp gjennom menneskehistoria bydd på utfordringar. Det å måtte tilpasse seg endringar i klimaet er difor ikkje noko nytt. Men omfanget av endringane og hastigheita dei skjer med, ser ut til å bli vesentleg større i framtida enn det vi har opplevd til no. Ein vesentleg faktor i dei menneskeskapte klimaendringane er oppvarming som følgje av klimagassutslepp.

Klimautfordringa er todelt. Det eine er tiltak for å avgrense klimagassutsleppa slik at omfanget av klimaendringane blir avgrensa. Det andre er tiltak for best mogleg å tilpasse seg dei endringane som likevel vil komme. Sistnemnde utfordring er utgangspunktet for NVE sin klimatilpassingsstrategi.

Klimaframskrivningar er ingen fasit, og uvissa rundt det framtidige klimaet knyter seg til fleire forhold. For det første har vi ein naturleg klimavariasjon. Denne blir påverka av naturleg klimapådriv som for eksempel vulkanutbrot og endringar i solinnstrålinga. For det andre har vi menneskeskapt klimapådriv i form av utslepp av klimagassar og partiklar samt hogst og endra arealbruk. Ufullstendig kunnskap om klimaet og mangelfulle klimamodellar bidreg også til uvissa. I tillegg vil den globale samfunnsutviklinga kunne verke inn på det framtidige klimaet. Det er stor grad av semje om at vi, til tross for usikkerheitene, veit nok til å handle no. Ein del trendar er tydelege, og usikkerheita går mest ut på kor stor endringa blir til dømes i 2050 og i 2100, ikkje i kva retning det går.

Eit endra klima kan føre med seg store utfordringar for folka på jorda. Det er difor stor internasjonal merksemrd og aktivitet på dette fagområdet. FNs klimapanel (IPCC) presenterte sin fjerde rapport om klimaendringane i framtida i 2007, og arbeidet med rapport nummer fem er i gang.

I internasjonal samanheng står Noreg godt rusta til å handtere dei direkte verknadene av klimaendringane. Sårbarheitsindeksen Climate Change Vulnerability Index har vurdert 166 land ut frå kor godt rusta dei er til å takle dei klimaendringane dei står overfor. I 2009 toppa Noreg denne lista i lag med Finland og Japan.

I ei globalisert verd er vi derimot avhengig av utviklinga i andre land. Dersom klimaendringane i andre delar av verda fører med seg store endringar der, vil dette kunne verke inn på forholda her heime meir enn dei direkte klimaendringane. NVE sin klimatilpassingsstrategi er avgrensa til dei tilpassingane Noreg må gjere for å redusere sårbarheita overfor dei direkte effektane av endringar innan NVE sitt ansvarsområde. Utfordringar som er knytt til til dømes endringar i verdas matvareproduksjon, er difor ikkje teke med.

Regjeringa har sett ned eit utval som i november 2010 skal levere ei NOU om Noregs klimatilpassing. Parallelt med dette har mange samfunnssektorar planlagt eller sett i verk aktivitetar for å vere førebudd på endringar i klimaet.

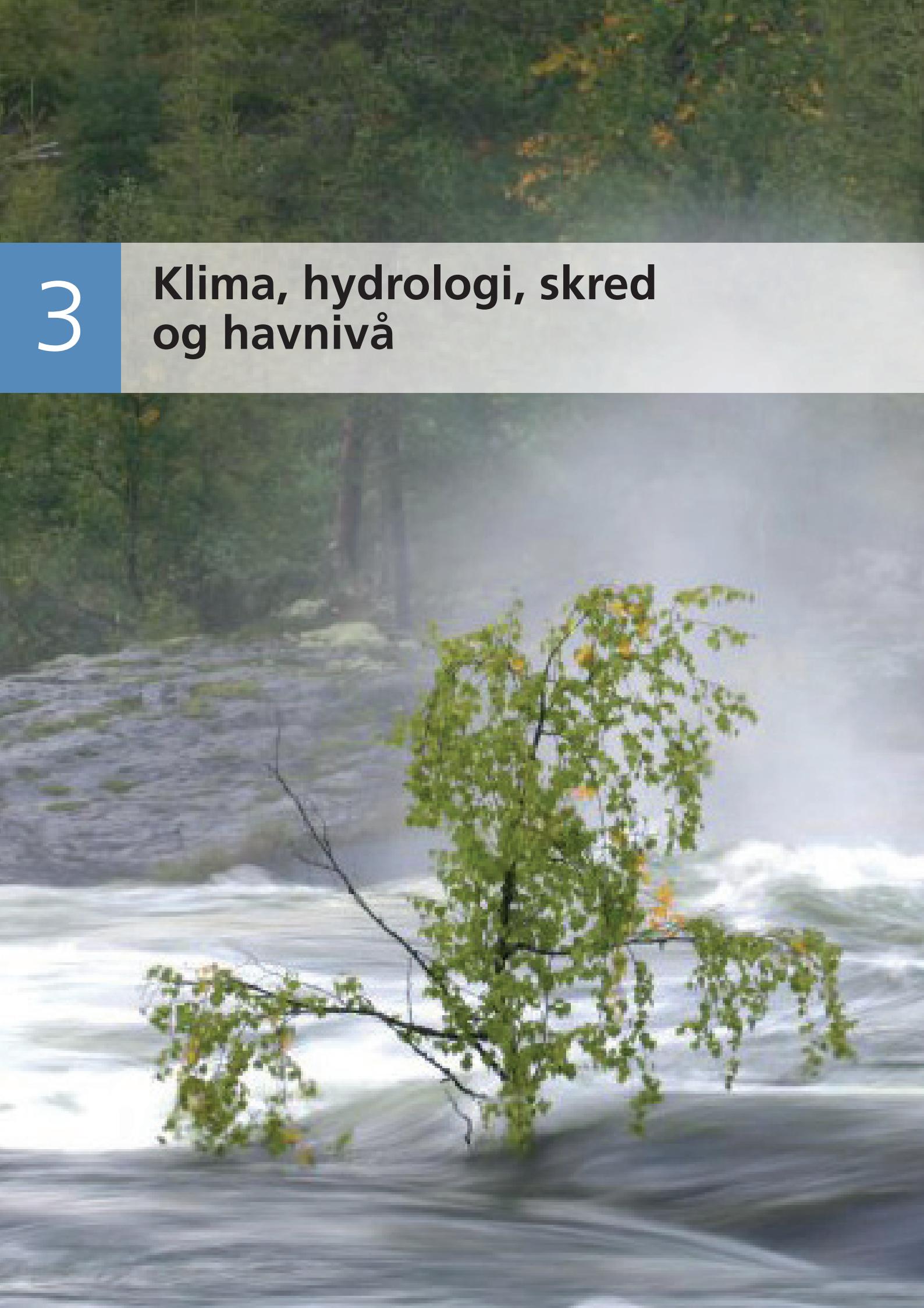
NVE sin klimatilpassingsstrategi skal bidra til at NVE tek omsyn til dei komande klimaendringane i forvaltinga si innan vassdrags- og energisektoren.

Dokumentet gir ei oversikt over klima og hydrologi fram til no samt endringar som er venta fram mot år 2100. I tillegg blir det gjort greie for aktuelle verkemiddel for å få til nødvendig klimatilpassing.

Med dette som utgangspunkt går ein gjennom NVE sine ulike forvaltingsområde, sårbarheit, moglegheit er og moglege tilpassingar til eit endra klima. Avslutningsvis blir strategi, handlingsplan og FoU-behov innan NVE sine forvaltingsområde presentert.

3

Klima, hydrologi, skred og havnivå



3.1 Klima og hydrologiske variablar

Analysar av historisk klima, studiar av konsekvensar av klimaendringar og arbeidet med klimatilpassing krev informasjon om ulike variablar. Viktige klima-variablar som verkar inn på NVE sin forvalting, er temperatur, nedbør, luftfukt og vind. Desse verkar på ny inn på hydrologiske variablar som vassføringa i elvar, inkludert flaumforhold og tørke, snø, brear, sedimenttransport, grunn- og markvatn og fordamping, som på ny verkar tilbake på klimaet. Oseanografiske variablar, til dømes stormflood og havnivå er også viktige. Informasjon om klima, hydrologi og oseanografi dannar eit grunnlag for NVE sitt arbeid med energi, vassdrag og skred. Endringar i desse variablane kan få både positive og negative konsekvensar for verkeområda våre.

I arbeidet med klimatilpassing er det viktig at variablane er tilgjengelege i ein relevant skala i tid og rom. For å vurdere effekten av klimaendringar i små nedbørfelt må vi skalere ned til 1 km² eller mindre. For enkelte føremål vil ei tidsoppløysing på år vere nok, men som regel krevst det ei finare tidsoppløysing enn det. For ekstremverdiar kan det vere nødvendig med ei tidsoppløysing på under éin time.



Vi treng òg informasjon om eventuelle endringar i frekvens, variabilitet, og om korleis endringane vil skje. Eksempel på viktige spørsmål er: Vil vi få fleire intense nedbørepisodar? Blir det storm oftare? Vil noko vi ser på som ekstremt i dag, vere vanleg om 50 år? Vil den framherskande vindretninga bli endra? Blir det større variasjon i temperaturen frå år til år? Blir det ei gradvis endring eller brå overgangar? For å kunne setje i verk skadereduserande tiltak er det viktig å skaffe informasjon om endringar i ekstremverdiar og variablar som har mykje å seie for naturskadar. Dette omfattar ulike typar skred, storm, flaum og tørke. Informasjon om endringar i flaum- og skredforhold vil òg vere viktig for risiko- og sårbarheitsanalysar (ROS-analysar) i kommunar og fylke.

Dei menneskeskapte klimaendringane verkar inn på samfunnet både direkte og indirekte (Figur 1). Indirekte effektar kan gå gjennom eitt eller fleire ledd, til dømes gjennom endringar i hydrologiske variablar som verkar inn på samfunnet, eller som vil ha ein effekt på skredfrekvensen, som på ny har ein effekt på samfunnet. Eit eksempel på ein direkte effekt kan vere auka frekvens av råteskadar som følgje av meir slagregn. Eksempel på indirekte effektar kan vere fleire flaumar og skred som gir skadar på bygningar og infrastruktur.

Behovet for informasjon om klima, hydrologi og oseanografi i samband med vurdering av risiko for skadar og klimatilpassingstiltak innan NVE sine forvaltingsområde, er til dømes knytt til:

- dimensjonering og plassering av infrastruktur, til dømes innan energisektoren
- kartlegging av fare (flaum, skred, havnivåstiging) og arealplanlegging
- produksjon av fornybar energi
- energietterspurnad (oppvarming og avkjøling)
- dimensjonerende vindlaster
- dimensjonerende flaum til dømes i samband med flaumsikringstiltak
- ising på infrastruktur, til dømes på leidningsnettet
- forekomst av lyn og el-forsyningssikkerheit
- vurdering av endringar i fare for skred
- beredskap og varsling

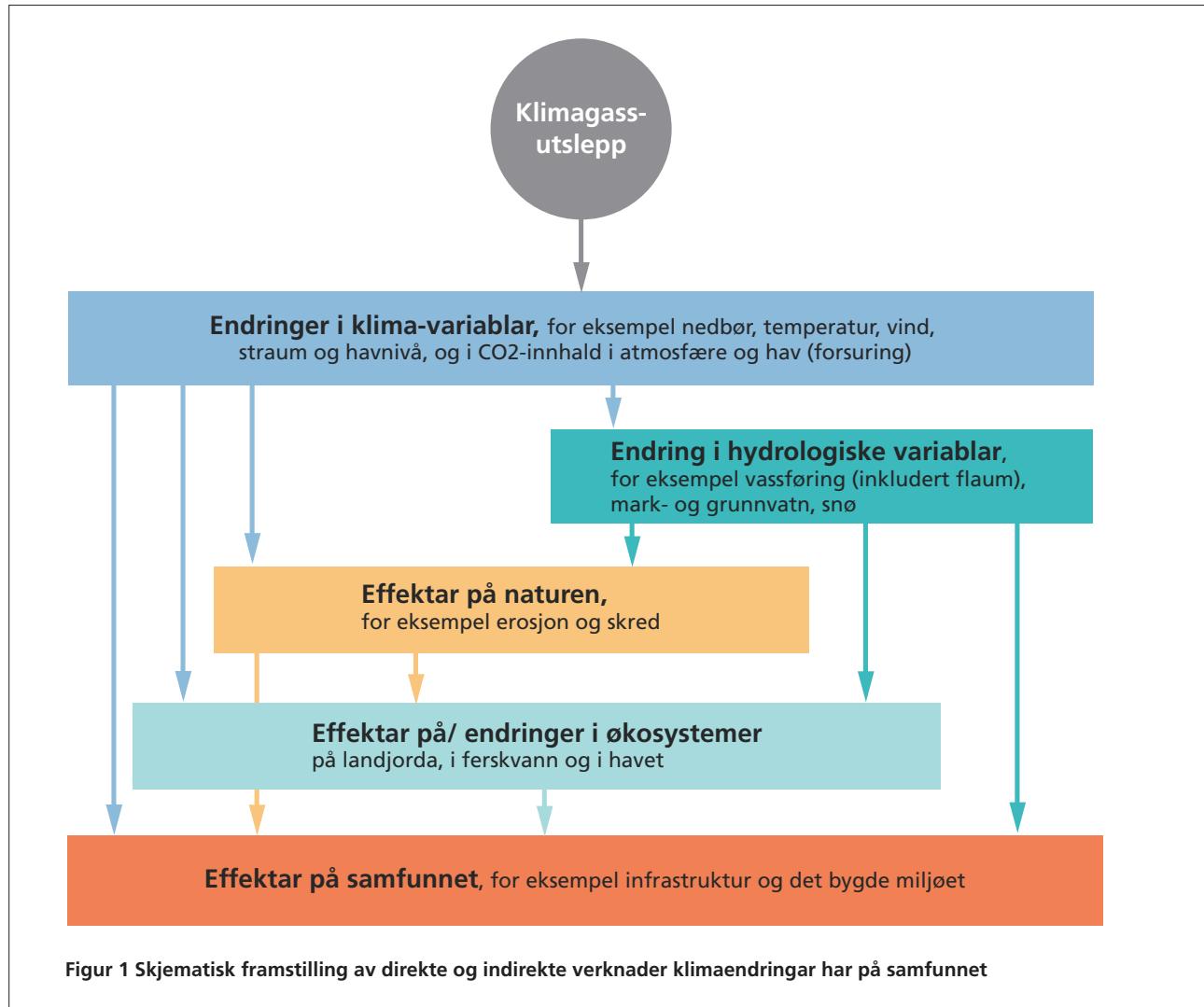
I tillegg til å vurdere éin enkelt variabel må ein òg skaffe kunnskap om endring i førekomensten av ugunstige kombinasjonar av variable. Når ein skal vurdere skredfare, vil det til dømes vere viktig å vite noko om endringar i kombinasjonen av mykje nedbør, vind og gitte temperaturintervallar. Andre eksempel er regn etter ein lang og tørr frostperiode, som kan gi stor overflateavrenning og erosjonsskadar, lågare

Desse klimavariablane og hydrologiske og oseanografiske variablane er viktige for NVE sine forvaltingsområde:

- temperatur (eksempel på at éin variabel kan vere mykje forskjellig: årsverdiar, sesongverdiar, månadsverdiar, døgnverdiar – gjenomsnitt og ekstrem, tal på dagar med temperatur over ein bestemt verdi eller under ein bestemt verdi, endring i førekomensten av temperatur rundt 0 osv.)

- nedbør
- luftfukt
- vind, styrke og retning
- frekvens av lynnedslag
- snø, tal på dagar med snø, snødjupn, vasekvivalenten til snøen, snølaster, snøprofilar
- permafrost og teledjupn
- endringar i temperatur- og isforhold på vatn og vassdrag

- fordamping
- vassføring, inkludert flaum
- grunn- og markvatn
- tørke
- massebalansen til brear
- sedimenttransport
- bølgjehøgder
- stormflod
- havnivå



3.2 Klima, hydrologi, havnivå og skred dei siste 30 åra

Oppsummeringa 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 $0,57^{\circ}\text{C}$ høgare i perioden 1979–2008 enn for perioden 1961–1990 for heile Noreg. Auken er størst på Austlandet ($0,63^{\circ}\text{C}$) og minst på Vestlandet ($0,47^{\circ}\text{C}$). Størst auke er observert om vinteren med $0,98^{\circ}\text{C}$ for heile landet. Auken er størst på Austlandet ($1,34^{\circ}\text{C}$) og i indre Finnmark ($1,13^{\circ}\text{C}$). På landsbasis er auken $0,53^{\circ}\text{C}$ om våren, $0,37^{\circ}\text{C}$ om sommaren og $0,33^{\circ}\text{C}$ om hausten. Auken er om våren størst i Finnmark ($0,68^{\circ}\text{C}$) og på Austlandet ($0,63^{\circ}\text{C}$). Om sommaren og hausten er det størst auke i Trøndelag med respektive $0,44^{\circ}\text{C}$ og $0,39^{\circ}\text{C}$. Talet på fyringsgraddagar har gått ned med meir enn 300 i store delar av Austlandet, i indre strøk av Trøndelag og Nordland og i store delar av Finnmark. Reduksjonen er på 100–150 graddagar i ytre strøk på Vestlandet og i Trøndelag. Talet på døgn med døgnmiddeltemperatur på over 20°C har auka på Austlandet, og omfattar no store delar av Sørlandskysten og mindre område i Rogaland og Hordaland.

Nedbør

Årsnedbøren har auka over fastlands-Noreg med 5 % for perioden 1979–2008, samanlikna med perioden 1961–1990. På Vestlandet er auken på 5–10 %, men størst prosentvis auke er det i eit mindre område i indre Troms, og i sørvestlege delar av Finnmarksvidda. Auken har vore minst (4 %) på Austlandet, i indre Trøndelag og i Nordland. Vinternedbøren har auka med 17 % for heile Noreg, men på Vestlandet er auken på 25 %. Auken er minst på Austlandet (8–9 %). Om hausten har nedbøren minka med 3 % på landsbasis. Han har berre auka i Finnmark (2–3 %). Om våren har nedbøren auka med 10 % på landsbasis, mest i indre Finnmark (15 %). Om sommaren er auken på 2 % for heile landet, men delar av Vestlandet og Troms har hatt ein svak nedgang (1–2 %).

Vind

Mangel på homogene seriar gjer det vanskeleg å seie noko om endringar i vindforhold. Dei fleste undersøkingar som er gjort, konkluderar med at ein ikkje finn nokon klare trendar.

Avrenning

Ein føresetnad for å velje stasjonar i kvar region er at det finst dataseriar med datadekning i heile perioden frå 1961–2008, og at seriene ikkje er påverka av regulering. Dette gjer at endringane i nokre regionar byggjer på svært få stasjonar.

Basert på observasjonar frå vel 50 stasjonar, ser vi at årsavrenninga for Noreg sett under eitt har auka med 2,5 % for perioden 1979–2008 i forhold til normalperioden. Størst auke har det vore i breelvar frå Jostedalsbreen (10 %). I låglandet på Austlandet, på Vestlandet og i Troms er auken på vel 5 %. På Fosenhalvøya og i Nordland har årsavrenninga minka i stor grad. Desse endringane er relativt små samanlikna med dei variasjonane ein ofte ser frå eitt år til eit anna.

Det er lokale skilnader i endringane av sesongverdiane i dei ulike regionane. På Vestlandet ser vi eit avvik mellom stasjonar ytst på kysten og i dei indre fjordbotnane. På Austlandet fører flaumdemping i store innsjøar til skilnader under vårflaumen. For vinteren er auken på heile 23 %, men med stor variasjon frå region til region. Størst auke er det på Austlandet med 51 % i låglandet og 35 % i fjellet. Auken er òg på vel 30 % i Troms. Auken er minst i Finnmark (1 %) og i Midt-Noreg (8 %). For våren er auken på i underkant av 6 % for heile landet. Auken er størst i Troms (16 %) og i breelvane (15 %). På Fosen har avrenninga minka med 4 % om våren, elles er det små endringar. Sommaren og hausten har hatt ein reduksjon i avrenninga på ca. 1 %. Austlandet, Sørlandet, Fosen og Nordland er blitt tørrare om sommaren. På Sørlandet har sommaravrenninga minka med 13 %. I breelvane og i Midt-Noreg har avrenninga auka med 8 % og 6 %. Om hausten har avrenninga i breelvane og i Troms auka med 10 %, medan ho har minka frå Vestlandet til Nordland.

Den klaraste endringa som er påvist, er auken i vinteravrenninga på Austlandet. At auken er større i låglandet enn i fjellet, viser at det må ha vore meir mildvêr med smelting kombinert med regnvêr, enn i normalperioden.

Den mest konsistente auken er likevel påvist i brevassdraga. Der aukar avrenninga i alle sesongane. Medan brear i Jotunheimen i stor grad har minka, har dei vestlege, meir maritime breane auka sidan 1988 og fram til omkring 2000. Etter dette har òg desse minka. Auke i breavrenninga frå 1993 om sommaren og hausten skyldast truleg auka bresmelting kombinert med endring i nedbør i den brefrie delen av feltet.

Flaum og tørke

Når det gjeld flaum, er det ingen klar tendens til at årets største flaum har blitt større. Det er likevel ein viss tendens til at talet på flaumhendingar av ein viss storleik har auka langs kysten frå Hordaland til Nordland, medan vi har sett ein reduksjon elles i landet. Dette kjem truleg i hovudsak av at nedbøren fell som regn på høgare nivå enn før som følgje av auka temperatur, og ikkje nødvendigvis at nedbørintensiteten har auka vesentleg. Det vi derimot ser, er at snøsmeltinga og dermed vårflaumen kjem tidlegare på grunn av auka temperatur.

Det er ein tendens til at tørkeepisodar (periodar med låg vassføring) om sommaren i Sør-Noreg har blitt lengre (2).

Snø

Trendar i årleg maksimal snømengd er skildra av Bache Stranden og Skaugen (2009) (3). Ein finn ingen signifikante trendar når ein ser på data for Noreg eller regionar i Noreg samla. Ein vurdering av snømålingar i Sør-Noreg viser derimot at for område under ca. 700 moh. har snømengda minka, medan ho har auka over ca. 900 moh. Dette kan tyde på at ein større del av nedbøren under 700 m kjem som regn pga. auka temperatur, medan ein ser ein positiv trend over 900 m pga. auka nedbør i form av snø.

Isforhold

Det finst få lange tidsseriar for isleggings- og isløysingstidspunkt frå norske innsjøar og elvar. Ein analyse av 27 lange tidsseriar (ca. 150 år) frå den nordlege halvkula har vist at islegginga er forseinka med ca. 6 dagar per hundre år, medan isløysinga er framskunda med same rate. Dette har resultert i at den islagde perioden er redusert med nesten 14 dagar. Nokre data for dei siste 30–40 åra tyder på at forandringa har skjedd raskare i denne perioden enn i føregåande periodar.

Brear

Massebalansen på breane i Noreg varierer over tid og mellom regionar. Mange kystnære brear opp til Lofoten hadde ein tilvekst på 1970- og 1990-talet, medan dei har hatt massetap etter år 2000. Innlandsbrear og brear i Troms og Finnmark ser ut til å ha hatt masse tap sidan før 1961. Endringa frå den siste normalperioden er avrunda ved å samanlikne middelverdiar for åra i normalperioden (frå 21 til 30 år i perioden 1961–90) med perioden 1979–2008. Vinterbalansen har då auka med 3 % (frå -3 til +9 %), medan sommarbalansen har auka med 8 % (frå 3 til 16 %) (4).

Målingar av brefrontar dei siste hundreåra viser ein

stor tilbakegang for dei fleste breane i Noreg. Resultat frå måling av 27 brear i Noreg i 2009 viser at tilbakegangen i heile landet dei ti siste åra held fram. På 1990-talet var dei kystnære breane unntaket i verdssamanhang då dei gjekk fram. I dag er utviklinga for breane i stor grad i samsvar med utviklinga i resten av verda.

Nedsmelting av isbrear har i enkelte tilfelle ført til jøkulhlaup, som er store tappingar av bredemde sjøar. Den største var ved Blåmannsisen i Nordland i 2001, der 40 millionar m³ med vatn blei tappa under isbreen i løpet av litt over eit døgn fordi isen hadde smelta ned og blitt så tynn at han ikkje lenger klarte å demme opp vatnet. Endringar i brear som følgje av klimaendringar kan gi store endringar i vassføring, utbreiing og framkome, lokalklima, flaumar og isras.

Havnivå

Satellitt- og vasstandsmålingar viser at det globale havnivået stig ørlite kvart år. Dette kjem av oppvarming av havet og smelting av is på land. I løpet av dei siste 100 åra har det globale havnivået stige med rundt 17 cm. På tross av denne stigena, har heving av land gjort at mesteparten av norskekysten har hatt ei netto senking av havnivået etter den siste istida (17). NVE har rekna ut ekstremvasstanden (stormfloda) med ulike gjentakingsintervall, gitt i cm over 0-koten (NN1954), på grunnlag av observerte data.

Skred

Skred oppstår særleg i bratt terren, med unntak av leirskred i låglandsområde under den marine grensa. Ein skil gjerne mellom snøskred, lausmasseskred og fjellskred/steinsprang. Skred skjer ofte overraskande, og skadane kan bli store. Er det busettad eller infrastruktur i området, kan skred føre til omfattande materielle skadar og dessutan tap av menneskeliv. Vêret er ein av dei viktigaste faktorane som kan utløyse skred.

Avhengig av vassinnhaldet i snøen, skil vi mellom tørrsnøskred, våtsnøskred og sørpeskred. Snøskred oppstår på grunn av ekstreme værforhold (5). Det er nedbør, temperatur og vindforhold som styrer utløysingsmekanismane (6).

Lauvaseskred omfattar kvikkleireskred og jordskred/flaumskred. Grunne jordskred i bratt terren kan bli utløyst av store nedbørmengder og/eller snøsmelting. Dette fører til eit høgt porevasstrykk, som reduserer styrken i lauvmassane.

Kvikkleireskred blir vanlegvis utløyst av inngrep i terrenget eller som følgje av erosjon i elvar og bekker,



gjerne i periodar med høgt poretrykk. Langvarige periodar med intensiv nedbør og stor vassføring aukar faren for kvikkleireskred både som følgje av auka poretrykk og auka erosjon. Også brå seinking av vassstanden langs skråningar med kvikkleire kan gi auka skredfare, fordi poretrykket er høgt og motvekta som vatnet utanfor skråninga gir, blir redusert (7).

Steinsprang og fjellskred er meir komplekse. Steinsprang blir ofte løyst ut av fryse-/tineprosessar. Det er vanskeleg å knyte fjellskred til bestemte vérelement (5,6).

3.3 Klima, hydrologi, skred og havnivå i framtida

I oversikta nedanfor, basert på Hanssen-Bauer m.fl. (2009) (1) finn vi ei oppsummering av venta endringer i klima frå 50 ulike framskrivingar basert på statistiske metodar og 22 framskrivingar basert på dynamiske metodar. Det er rekna ut 10- og 90-percentilar av endringar i seks temperaturregionar og 13 nedbørregionar. Det er venta auke for året og dei fire årstidene for høg, mellomhøg og låg framskriving basert på 90-percentilen, medianen og 10-percentilen.

Klimaframskrivingar er basert på meininger om framtidige utslepp av drivhusgassar (utsleppsscenario). Desse scenarioa blir lagt inn i globale klimamodellar (engelsk: Global Climate Model, GCM). Desse modellane reknar ut korleis klimaet vil endre seg ved å bruke likningar som skildrar prosessane i klimasystemet. Ulike GCM-ar er bygde opp på ulike

måtar og inneholder ulike komponentar som kan gi ulike resultat. I dag har vi mellom ti og tjue institusjonar over heile verda som køyrer klimamodellar for å framstrive klimaet. Opplysinga i ein GCM er for grov til å skildre klimaet på regional skala på ein god måte. Resultata blir difor skalerte ned ved hjelp av ein Regional Climate Model (RCM) eller statistiske metodar.

Dei hydrologiske framskrivingane er berre utrekna for nokre få klimaframskrivingar. Den eine er basert på ein GCM frå Max-Planck-instituttet, ECHAM, drive av utsleppsscenarioet IS92a fram til 2050. Frama skrivinga fram til 2050 ligg nær låg temperaturframskriving, spesielt i Sør-Nore. Når det gjeld nedbør, er framskrivinga nær middels for landet sett under eitt, men relativt høg på Vestlandet og relativt låg i aust og i nord.

Fram til 2100 har vi tre hydrologiske framskrivingar basert på utsleppsscenario B2 og ECHAM-modellen, utsleppsscenario A2 og ein GCM frå Hadley-senteret, Hadley-modellen. Temperaturframskrivinga basert på utsleppsscenario B2, gir relativt liten temperaturauke, medan A2 gir ei nær middels temperaturframskriving. Dette kan likevel variere nokså mykje mellom landsdelar og årstider. Dei tre nedbørsframskrivingane varierer fra liten til middels stor auke i nedbøren.

Temperatur

Den største endringa i lufttemperatur er venta på Finnmarksvidda og Varanger med ein auke på omkring 1,6 til 2,9 °C i årsmiddelverdi for perioden 2021–2050, og omkring 3,0 til 5,4 °C for perioden 2071–2100 i forhold til normalperioden 1961–1990. Minst auke er venta på Vestlandet og i Trøndelag, med respektive 1,0 til 2,4 °C og 2,2 til 4,6 °C, minst på kysten. I alle regionar er den største auken venta om vinteren, i Finnmark mellom 1,7 og 4,0 °C i den korte framskrivinga til mellom 3,0 og 7,3 °C i den lengste framskrivinga. Minst auke er venta om sommaren i alle regionar.

Det er rekna ut at vi får færre fyringsgraddagar fram til 2050 og fram til 2100, basert på tre eksempelframskrivingar av temperatur. På same måten er det venta ei endring i talet på dagar med døgnmiddeltemperatur over 20 °C. Dette talet vil auke i større område i Aust- og Sør-Noreg, sjølv med den mest moderate framskrivinga. Ei anna framskriving nær det gjenomsnittlege av klimaframskrivingane, viser at det mot hundreårsskiftet vil vere ein auke i talet på slike dagar i alle låglandsområde på Austlandet, Sørlandet, Sør-Vestlandet, rundt Trondheimsfjorden og i Finnmark. Vi vil få færre kalde dagar og frostdagar. Vi vil

truleg få færre dagar der temperaturen passerer null grader i låglandet, men talet på slike dagar vil truleg bli uendra i fjellet.

Nedbør

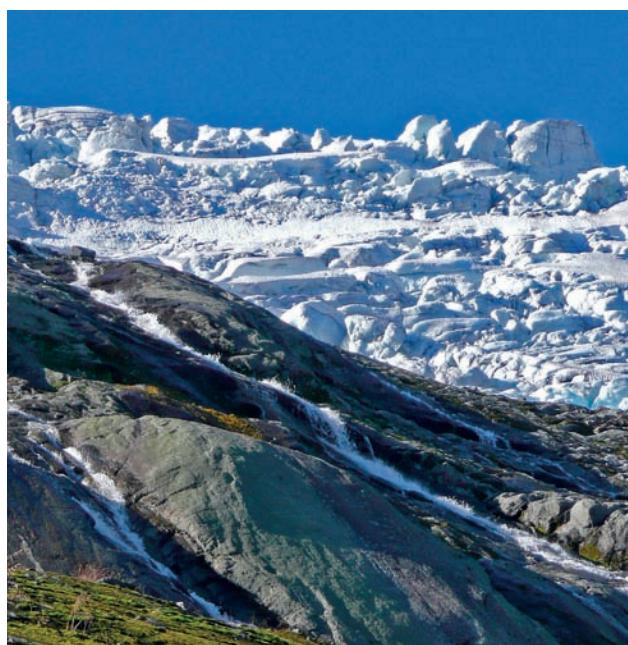
Framskrivingane viser at årsnedbøren i Noreg vil auke med 2,4 til 14 % fram til perioden 2021–2050 og 5,4 til 30,9 % fram til 2071–2100. Minst auke er venta på Sørlandet og Austlandet, med respektive -0,8 til 4,6 % og 3,1 til 10 % på kort sikt og -1,5 til 17 % på lang sikt. For alle regionar er det venta auka vinternedbør, mest i Østfold, på Sørlandet og i fjellet nord på Austlandet, på lang sikt frå 10 til vel 50 %. På kort sikt kan vi vente oss ein auke på mellom 5 og vel 20 % i desse områda. Det er òg venta ein auke i nedbøren om våren i alle regionar, mest i Dovre/Nord-Østerdal, Møre og Romsdal, Trøndelag, Helgeland og spesielt i Hålogaland, der auken vil vere mellom 0,4 og 34,7 % på kort sikt og mellom 0,7 og 63,7 % på lang sikt. Sommarnedbøren vil minke i dei fleste regionane, mest i Østfold, på Austlandet og Sørlandet, men dei høgste framskrivingane viser likevel ein moderat auke. Aller tørrast blir det på Sørlandet, med ei endring på mellom -15,4 og 5 % på kort sikt og mellom -28,2 og 9,2 % på lang sikt. Frå Trøndelag til Finnmark vil sommarnedbøren auke frå rundt 1 til litt under 20 % på kort sikt, og frå 2 til 36 % på lang sikt. Om hausten vil nedbøren auke i alle regionar, mest i Trøndelag og Helgeland, der auken vil vere frå 0,5 til 35 % på kort sikt og 0,7 til 63 % på lang sikt.

Det er stor usikkerheit i framskrivingane av nedbør i Noreg. Dette heng saman med at nedbørsfordelinga i stor grad er styrt av kva retning nedbøren kjem frå. Den norske topografin er prega av lange fjellkjeder som skil Austlandet, Vestlandet og Trøndelag.

Dagens klima er dominert av nedbørsområde frå sørvest til nordvest som resulterer i nedbørmaksimum langs Vestlandet og i delar av Nordland. Delar av Austlandet ligg i regnskygge, spesielt område nær vasskiljet i vest og i nord. Dei meir sjeldne tilfella med nedbørsområde frå sør og søraust kan gi høg vassføring og skadeflaum på Austlandet, medan Nord-Vestlandet og Midt-Noreg blir liggjande i regnskygge. Dette fører til ulik nedbørfordeling i Noreg, sjølv om det generelt er venta ein auke i nedbøren over heile landet, med unntak om sommaren i nokre framskrivingar. Som eit resultat av auken i mengda vassdamp i atmosfæren kan vi vente oss fleire lokale, intense nedbørepisodar.

Vind

Klimamodellane gir lita eller inga endring i gjennom-



snittlege vindforhold. Vi kan komme til å oppleve høg vindstyrke oftare, men fordi det er svakheiter i klimamodellen når det gjeld vind, treng vi meir FoU før vi kan konkludere om dette.

Avrenning

Fram mot 2050 vil endringane i årleg middelvassføring variere frå 30 % til -20 % i brefrie nedbørfelt. Det vil vere klare regionale skilnader. Avrenninga vil auke på Vestlandet, i fjellet mellom Austlandet og Trøndelag og langs kysten av Nordland med 20–30 % frå perioden 1980–1999 til 2030–2049. Nedbørfelt med stor del bre vil få ein auke i årsavrenninga med meir enn 40 %. På delar av Austlandet vil avrenninga auke med opp mot 10 %. På Sørlandet vil avrenninga minke lokalt opptil 20 %. Vi vil òg få ein reduksjon i delar av Finnmark. Endringar i årsavrenning innanfor $\pm 10\%$ er så lite samanlikna med variabiliteten mellom ulike 30-årsperiodar at dei i hovudsak må tilskrivast naturleg variabilitet. Med unntak for brevassdrag, er desse endringane i stor grad styrte av nedbøraukene i klimamodellane.

Endringa i middelavrenninga for dei fire årstidene er merkbart større enn for årsavrenninga. På landsbasis aukar avrenninga i vintermånedane med 45 %. Vinteren blir våtare som følgje av auka nedbør og høgare temperatur, og vi vil dermed få meir mildvêr med nedbør i form av regn. Den prosentvise auken er størst i fjellet. I lågtliggjande område vil tidspunktet for vårflaumen bli endra frå vårmånadene til vintermånadene.

I fjellet i Sør-Noreg og i indre strøk frå Helgeland til Finnmark vil avrenninga i vårmånadene auke med over 40 %. Dette kjem delvis av at tidspunktet for vår-

flaumen blir forskyvd frå juni/juli og inn i vårmånadene. I låglandet og i kystnære område på Aust- og Sørlandet og i Midt-Noreg vil avrenninga i hovudsak bli lågare fordi vårlaumen kjem tidlegare – i indre strøk på Sørlandet opptil 30 %.

Sommaren vil få redusert avrenning i store delar av landet. Dei største endringane vil skje i Troms og Finnmark, der avrenninga kan minke så mykje som 40 til 60 %. I Finnmark er snøsmeltinga konsentrert om ein kortare periode i mai til juni. Den store reduksjonen i sommaravrenning i denne landsdelen og i fjellet kjem i hovudsak av at snøsmeltinga kjem tidlegare. Vi vil òg få ein reduksjon i vassføringa langs vasskiljet mot Sverige i Nordland. I Sør-Noreg blir det tørrare på Sørlandet og i vestlege delar av Austlandet opp mot vasskiljet i Langfjella. Avrenninga kan minke så mykje som 40–60 % i enkelte område i indre Aust-Agder og Telemark. Endringane kjem delvis av at smeltetidspunktet er forskyvd, men redusert sommarnedbør og auka fordamping bidreg òg i stor grad til reduksjonen i avrenninga. I ytre strøk på Vestlandet viser framskrivinga ein auke i avrenninga på opp mot 40 %. Avrenninga vil òg auke med 20–40 % i Trøndelag, spesielt i området nord for Trondheimsfjorden, som følgje av auka nedbør. Vi vil òg få ein auke i avrenninga på 10–20 % på delar av Austlandet. Brevassdrag vil òg få auka vassføring om sommaren.

Med unntak av eit område nær kysten frå Sørlandet til Østfold, vil avrenninga auke om hausten. Auken vil vere størst i indre strøk på Vestlandet, i Nord-Østerdalen, nær vasskiljet mot aust i Nordland og i Troms-Finnmark, med ein auke på over 40 %. For resten av Noreg gir framskrivinga ein auke på 10–20 % i avrenninga om hausten.

Resultata som er skildra ovanfor, byggjer på samanlikning av data frå to 20-årsperiodar. I ein så kort periode har naturleg variabilitet i klimaet meir å seie enn følgjene av auka drivhuseffekt. Sjølv om endringane som er påvist, viser seg å ha regionale mønster, må vi leggje til grunn fleire framskrivingar basert på ulike modellar, for å trekke slutningar om framtidige hydrologiske forhold. For perioden fram til 2050 har vi berre éi framskriving som er basert på ECHAM-modellen.

Den viktigaste endringa som går fram av framskrivingane mot midten av hundreåret, er endringa i sesongfordelinga av avrenninga. Denne blir styrt av utviklinga i snødekket, som i hovudsak er styrt av temperaturen. Dei projiserte endringane i sesongavrenninga kjem difor i langt større grad av temperatursignalet enn nedbørendringane. Endringane avheng av kor høgt over havet nedbørfelta ligg.

Fram mot 2100 er det rekna ut tre framskrivingar av framtidig avrenning og andre hydrologiske variabler (9) (10). Resultata finst òg i form av kart (11), og i form av dataseriar med daglege verdiar for kontrollperioden 1961–1990, og for scenarioperioden 2071–2100. Basert på desse framskrivingane, er det rekna ut endring i års- og sesongmiddelverdiar for avrenning, fordamping, markvatnunderskot, maksimal årleg snømagasin og kor lenge snødekket ligg.

Framskrivingane av endringa i vassføring er avhengig av kva for endringar som kjem i nedbørfordelinga. Dei største endringane i årleg vassføring er venta på den sørlege delen av Vestlandet. Dersom ECHAM-modellen som gir sterkare vestavind, slår til, vil vi få ein auke i årsavrenninga i alle vassdrag vest for vasskiljet frå Jæren til Finnmark. Hadley-modellen gir meir vêr frå søraustleg kant og dermed ein moderat auke på sentrale og austlege delar av Austlandet og redusert årsavrenning i mesteparten av Midt-Noreg. Begge modellane tyder på at det vil bli redusert årsavrenning på store delar av Sørlandet og i vestlege delar av Telemark og Buskerud.

Nedbørauken er vesentleg mindre frå Midt-Noreg og nordover i Hadley-modellen enn i ECHAM-modellen. Med unntak av breområda, gir Hadley-A2-framskrivinga små endringar på det sentrale Austlandet, på Vestlandet og langs kysten i Nordland og Troms. Det blir tørrare i indre strøk i Telemark og Agder-fylka, i Akershus og Østfold, i dei sentrale høgfjellsområda i Sør- og Midt-Noreg, nær vasskiljet mot aust i Nordland og i Finnmark. Hadley-B2-framskrivinga gir høgare avrenning, opp mot 20 % auke, i mange område. I eit mindre område i Sør-Noreg blir det tørrare, sameleis i dei sentrale høgfjellsområda og i Finnmark. ECHAM-framskrivinga gir ein auke på opp mot 50 % i ytre strøk i Ryfylke, Hordaland, Møre og Romsdal og i Sør-Trøndelag. I store område frå Sørvestlandet til Finnmark aukar avrenninga med 10–20 %. På sesongbasis er endringane ganske like dei som er skildra for den kortare framskrivingsperioden, med våtare vintrar, auka avrenning i fjellet og redusert avrenning i låglandet om våren, tørrare sommar, men med eitt unntak på kysten av Midt-Noreg, der alle dei tre framskrivingane gir ein auka avrenning på 10–50 %. Om hausten er det i Hadley-A2-framskrivinga venta redusert avrenning frå Østfold til Rogaland, ytst på kysten til Stad og i dalføra nord på Austlandet. Det blir litt redusert avrenning nær kysten i Agder-fylka, i delar av Østfold og Akershus, og i dei sentrale dalstrøka nord på Austlandet. Elles gir alle dei tre framskrivingane vesentleg auka avrenning, særleg i Nord-Noreg, men òg i breområda i Sør-Noreg.

Flaum og tørke

Sjølvom resultata for ekstremane er svært usikre, ser vi tydelege tendensar i endra flaumforhold. Snøsmelteflaumane vil bli mindre dess lenger fram i tid ein år, særleg i dei store vassdraga. I område der årets største flaum i dag er ein regnflaum, vil flaumane bli større. Stigande temperatur fører dessutan til at snøsmelteflaumane om våren vil komme stadig tidlegare, medan flaumfaren sein på hausten og om vinteren vil auke.

På Vestlandet og i Nordland vil ein få fleire tilfelle med nedbør opp mot eller over 100 mm på eitt døgn. Med dei klimaforholda vi har hatt til no, har dei fleste vinterflaumane vore små, unntatt i relativt slake og lågtliggjande nedbørfelt. Når overgangssona på 500 m blir heva, inneber det at nedbør som i dag fell som snø i store delar av bratte nedbørfelt, i framtida vil falle som regn i storparten av feltet. Temperatruken vil difor føre til fleire og langt større vinterflaumar eventuelt med ras i bratte nedbørfelt, sjølv om nedbøren ikkje aukar.

Det vil bli fleire lokale regnflaumar til alle årstider. Små, bratte vassdrag og urbane område vil vere spesielt utsette.

Det er venta vesentleg auka fordamping i delar av Noreg fram mot 2071–2100. Størst auke på årsbasis ventar ein på Vestlandet, i Midt-Noreg og i Nordland, med 60–120 mm totalt i året. Minst auke er venta på delar av Austlandet og i Finnmark. Redusert sommarnedbør kombinert med auka fordamping fører til auka markvatnunderskot og lengre periodar med litra vassføring på delar av Sør- og Austlandet, noko som resulterer i fleire sommartørke og auka skogbrannfare.

Snø

Endringar i snødekke er styrt både av endringar i nedbør i den kalde årstida, og av endringar i perioden der temperaturen er under frysepunktet. Temperaturen minkar med 0,6 °C per 100 m i metta luft og 1 grad per 100 m i tørr luft. Om snøforholda skal endrast i eit nedbørfelt, avheng av høgdefordelinga i nedbørfeltet. Temperaturframskrivingane tyder på ei gjennomsnittleg heving av vintertemperaturen med 3 gradar fram til perioden 2071–2100. Dette svarer til ei heving av overgangssona frå snø til regn med ca. 500 m i forhold til nivået i kontrollperioden (1961–90). Samtidig vil vinternedbøren auke over store delar av Noreg og mest i fjellet. Snøen vil legje seg seinare og smelte tidlegare. Denne effekten er alt målbar og er rapportert av Dyrdal og Vikhamar-Schuler (2009) (12). Likevel kan den auka vinter-



nedbøren føre til auka toppverdi på snømagasinet i fjellet over 800–1000 m på kortsikt. Etterkvart som oppvarminga blir sterkare, vil det også bli fleire episodar med mildvær i fjellet, og dermed redusert snømagasin der. I låglandet vil snømagasinet bli kraftig redusert som følgje av at meir av nedbøren om vinteren vil komme som regn. Tida snødekket blir verande, kan i kystnære låglandsområde bli redusert med opp mot 3 månader, noko som inneber at det ikkje lenger blir årvisssnølegging. Likevel vil det framleis vere år med vesentleg snølegging over store område.

Is

Eit endra klima vil føre til fleire vinterflaumar som følgje av meir mildvær og regn om vinteren. Ekstremregn om vinteren etter at isen har lagt seg, kan skape alvorlege isgangar med overfløyming og flaumar. Auka temperatur vil gi kortare og mindre kalde kuldeperiodar om vinteren. Dermed blir sesongen for isgang kortare, men variasjonen vil vere stor frå år til år, og det er difor også fare for isgangar i framtida (13).

Litt inn frå kysten er det i dag ei sone der det skiftar ofte mellom mildvær og kulde, og der isen kan komme og gå fleire gonger i løpet av ein vinter. Denne sona vil komme til å flytte seg lenger inn i landet og til større høgde over havet. Dette inneber at det kan bli utløyst isgangar høgare oppe i vassdraget enn i dag, og dermed blir også områda som er utsette for isgangsskadar, endra. I innlandet, spesielt i Finnmark, vil det vere små endringar i isgangane i forhold til dagens klima. I område med meir maritimt klima vil isen kunne forsvinne eller sesongen med islegging bli kortare.



Brear

Klimaframskrivingane for Noreg gir auka lufttemperatur i alle sesongar og alle landsdelar. Nedbørframskrivingane varierer meir, men nedbørmengda vil generelt auke. Auka lufttemperatur haust og vår vil forlenga smeltesesongen, spesielt for dei lågareliggende delane av breane langs kysten.

Modellering av den framtidige massebalansen for ein bre i Jotunheimen og ein utløpar frå Svartisen tyder på ein volumreduksjon på 30 % fram mot 2050. Tilsvارande er venta for delar av Blåmannsisen (14).

Briksdalsbreen, ein utløpar frå Jostedalsbreen, trekker seg tilbake til breplatået, slik at brefronten som no ligg ca. 350 moh., blir liggjande 1300–1500 moh. Ein estimerer at brevolumet i Noreg kan bli redusert

med 1/3 innan 2100, og at berre dei største breane vil bestå (15) (16).

Dersom massebalansen til breane blir meir negativ, vil dei større og tjukkare breane trekke seg tilbake, slik at arealet i gjennomsnitt blir liggjande høgare. Mange av breane i Noreg er små og tynne. Desse vil smelte vekk eller dele seg opp i mindre delar.

Havnivå

I Havnivåstigningsrapporten frå DSB (17) finn ein den framtidige havnivåstiginga for norske kystkommunar. I løpet av det 21. hundreåret kan ein vente at havnivået langs norskekysten vil stige med mellom ca. 40 og ca. 75 cm.

Skred

Endringar i klima og hydrologi vil verke inn på skredfaren. Gjennom GeoExtreme-prosjektet har ein undersøkt samanhengen mellom ulike værelement, terrengforhold og ulike skredtypar (5). Resultata frå prosjektet viser òg korleis skredfaren kan endre seg dei neste 50 åra som følgje av klimautviklinga.

Auka førekommst av ekstremnedbør i brattlendt terrenget vil auke faren for flaumskred og jordskred. Ei viktig årsak til grunne jordskred er høgt porevassstrykk som følgje av snøsmelting eller store nedbørmengder. Nedbøren vil vere mest intens om hausten og vinteren i bratte nedbørfelt i Vest- og Nord-Noreg. Når temperaturen aukar, vil meir av nedbøren falle som regn i dei høgare delane av nedbørfeltet, og det vil kunne auke frekvensen av ulike typar skred.

Det er ein klar samanheng mellom nedbør og ulike former for snøskred. Høgare temperatur kan redusere faren for tørrsnøskred, men vil auke faren for våtsnøskred og sørpeskred i skredutsatte område.

Skredfare er sterkare knytt til lokale terrengforhold enn flaum. Nokre faktorar bidreg òg til å redusere skredfaren. Eitt eksempel er heving av skoggrensa, noko som både er avhengig av klimatiske forhold, bortfall av beiting og skogdrift.

3.4 Overvaking av hydrologi

Hydrologiske data blir samla inn til ei rekke ulike føremål og dannar grunnlaget for å kunne forvalte vass- og energiressursane våre best mogleg. NVE har samla inn data heilt sidan 1800-talet og har mange, lange dataseriar av god kvalitet. Desse gjer det mogleg for samfunnet å oppdage og talfeste korleis klima-

variasjonar og inngrep frå menneska i vassdraga kan gi hydrologiske endringar. Dette omfattar vassføringa i elvar, tilstanden til markvatn og grunnvatn, sedimenttransport, snødekking og snømengd, isforhold og massebalansen og utbreiinga til brear. Hydrologiske element er òg ein svært viktig del av klimasystemet. Til dømes er utbreiinga av snødekket viktig for jordas evne til å reflektere lys og varme og fordamping, og når havet får tilført ferskvatn frå elvar og isbrear, verkar det inn på sirkulasjonssystemet i havet. Endringar i vatn- og sedimenttilføring vil òg verke inn på dei økologiske forholda i vassdraga og nære havområde.

Klimaframkrivingar frå FNs klimapanel, IPCC, og klimaframkrivingar som er skalerte ned regionalt, tyder på at det vil bli varmare og, med unntak av sommaren, våtare i Noreg. Det er relativt store regionale skilnader, og kor store endringane blir, varierer mellom årstidene. Avrenning, snømengder, isbrear og andre hydrologiske variablar endrar seg i takt med eit endra klima. Totalavrenninga kan til dømes endre seg både som følgje av endra nedbør og fordamping. Det hydrologiske regimet i Noreg er karakterisert av oppbygging av snødekkje om vinteren og smelting av dette om våren. Endra temperatur og eventuelt nedbør vil vere avgjeraende for korleis blant anna avrenninga utviklar seg over året, oppfylling av magasin med grunnvatn og markvatn og islegging og smelting, snømengder og lengda på snøsesongen, utbreiinga til isbreane og sedimenttransporten i vassdraga våre. Endringar i vassføring og sedimenttransport vil òg føre til endringar av korleis elveløpa tilpassar seg. Dette kan verke inn på tverrprofilane og falla til elveløpa. På alluviale strekningar kan dette føre til endringar i flaumsonene langs vassdraga. Det kan òg verke inn på stabiliteten i ravineområde. Kombinert med fleire intense lokale nedbørepisoder, kan flaumforholda komme til å endre seg mykje. For å kunne oppdage og talfeste endringar er det heilt nødvendig med eit landsdekkjande overvakningsnett.

I tillegg er det viktig med lange tidsseriar når vi skal fastlegge dimensjoneringsgrunnlaget for ulike konstruksjonar i tilknyting til vassdrag. Dette kan vere dammar, kraftverk, bruar og liknande. Dersom dei underliggjande seriane ikkje viser systematiske endringar, og føremålet er klart definert, kan ein lage kriterium for kor lenge data bør samlast inn for å oppnå ein rimelig sikkerheit i dimensjoneringa. Ofte vil ein finne systematiske endringar i dei hydrologiske dataseriane. Dette kjem av både ein stor, naturleg variabilitet gitt av ytre pådriv, som varierande solinnstråling, interne prosessar i hav og atmosfære og følger av menneskeleg aktivitet i nedbørfeltet og



vassdraget. Dette fører med seg usikkerheit, særleg i estimat av ekstremverdiar. Når flaumforholda endrar seg som følgje av klimaendringar, aukar denne usikkerheita. Det er difor viktig med mange og oppdaterte observasjonar for å minimere usikkerheita. I tillegg må det utviklast metodar for å ta høgde for effekten av klimaendringar i til dømes flaumfrekvensanalyse.

Eit nett av stasjonar for klimaovervaking bør inkludere ulike hydrologiske variablar og bestå av:

- først og fremst seriar som ikkje er påverka av reguleringar
 - seriar i alle landsdelar og som representerer ulike høgdelag med vekt på område
 - der det er venta særleg store endringar i vassføring (inkludert flaum og tørke), mark- og grunnvatn, snø, islegging, sedimenttransport og utbreiinga og massebalansen til breane
 - der det er venta klimabundne elveløpsendringar
 - der usikkerheita i framskrivingane er spesielt stor
 - rimeleg lange seriar
 - først og fremst felt der det er målt fleire variablar
- Det er svært vanskeleg å definere eit landsdekkjande stasjonsnett for vassføring som ikkje er påverka av reguleringar i nokon grad. Sjølv om dei lengste seriene er påverka av ulike inngrep, er dei heilt grunnleggjande i klimaovervaking, spesielt om det kan etablerast tilsigsseriar i den regulerte perioden. Stasjonsutvalet for klimaovervaking må difor inkludere lange seriar frå regulerte felt.

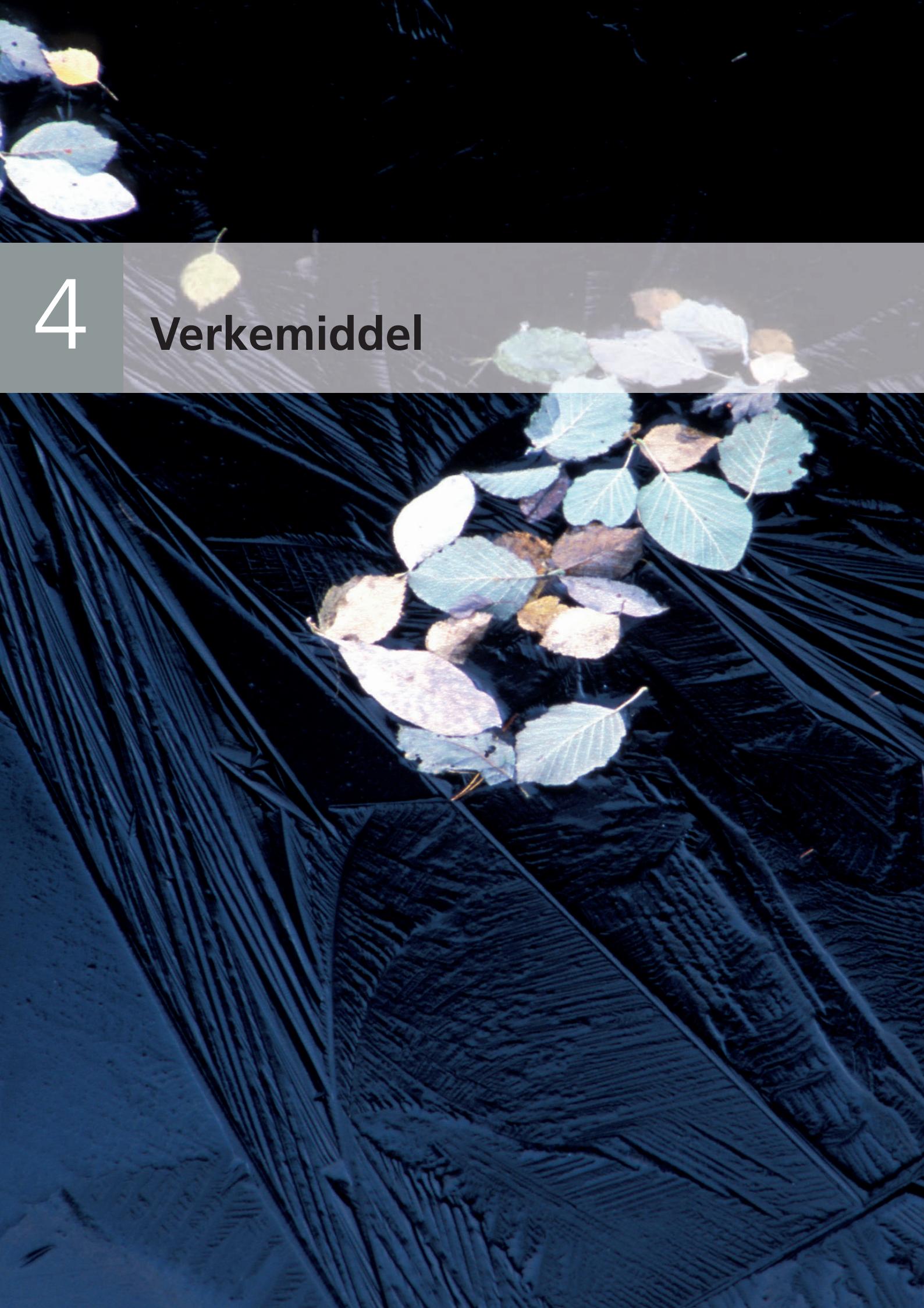
Nokre hydrologiske variablar vil bli overvaka gjennom arealdekkjande målingar i staden for målingar i punkt. Dette gjeld spesielt for observasjonar for brear og snø, der utbreiing, volum, massebalanse, isrørsle, isdreneeringsskilje osv. vil måtte observerast med jamne mellomrom med bruk av f.eks. satellittbilete og laserskannarar frå fly.

Det er ikkje alltid tilstrekkeleg berre å utføre direkte observasjonar for å få ei detaljert skildring av endringar i tid og rom av hydrologiske variablar. Ein må i tillegg bruke modellar. Eit tilpassa nett av målestasjonar for inngangsdata i dei hydrologiske modellane er difor viktig, og dette må takast med når ein skal definere ein observasjonsstrategi.

3.5 Usikkerheit

Når vi spør kor mykje temperaturen, nedbøren eller avrenninga vil endre seg i eit framtidig klima, finst det mange svar. Avhengig av kva for utslepps-scenarioar, klimamodellar og hydrologiske modellar som er brukt, vil svaret variere. Vi kan tru meir eller mindre på nokon av svara, men alle er i utgangspunktet like sannsynlege. Det er spesielt stor usikkerheit knytt til ekstremar i eit endra klima. Dess meir lokalt og dess finare tidsoppløysing, dess større blir usikkerheita.

Sjølv om variasjonen i resultata kan vere stor, vil vi for dei fleste klimatiske og hydrologiske variablar kunne sjå i kva for retning det går (auke eller reduksjon). I arbeidet med klimatilpassing er det viktig å finne metodar for korleis ein skal kunne ta avgjersler under denne usikkerheita.



4

Verkemiddel

Ulike statlege verkemiddel blir brukt for å setje i verk tiltak som fremjar eit bestemt føremål. Dei kan delast inn i juridiske, økonomiske, politiske, informative eller avtalebaserte verkemiddel. Ofte vil ei rekkje ulike verkemiddel spele saman, slik at staten oppnår ønskt effekt og styring av åtferd.

Dei viktigaste verkemidla NVE vil kunne bruke i arbeidet med klimatilpassing vil vere:

- Normative verkemiddel – Statens måte å regulere samfunnet på direkte gjennom lover, forskrifter og vedtak. Normativ regulering er den einaste måten staten rettsleg kan forplikte ulike aktørar, blant anna kommunar, fylkeskommunar, tiltakshavarar, hus- og bileigarar og organisasjonar, utan at dei sjølv uttrykkeleg har godtekne forpliktinga (slik dei gjer gjennom avtalar).
- Økonomiske verkemiddel – Staten har erfart at ein i gitte tilfelle oppnår meir ved å påskjøne ønskt åtferd enn ved å straffe uønskt åtferd. Det har i stadig større grad blitt lagt til rette for ulike støtteordningar som skal endre folks åtferd. Staten kan stimulere åtferda gjennom å løyve midlar, anten over statsbudsjettet eller gjennom tilskotsordningar.
- Politiske signal – Staten kan uttrykkje ønskjer og mål gjennom statlege dokument som f.eks. stortingsmeldingar, stortingsproposisjonar, ulike politiske planar, strategiar og statlege rundskriv.
- Avtalte forpliktingar – Styresmaktene kan òg forhandle med personar eller organisasjonar som dei ønskjer å påverke i ei bestemt retning. Styresmaktene vil ofte måtte bidra med økonomisk støtte eller andre godar som motparten ønskjer, under slike forhandlingar. Avtaler kan også komme i stand i samband med at styresmaktene signaliserer at dei vil føreslå eit forbod mot ei bestemd handling eller ein bestemd veremåte dersom ein uønskt situasjon ikkje opphøyrer.
- Informasjon, rådgiving og opplysingar – Informasjon frå styresmaktene vil i mange samanhengar vere eit nødvendig verkemiddel for å påverke utviklinga i retning av den ønskte åtferda. Informasjon er eit

viktig verkemiddel når staten ønskjer å formidle vedtaka sine og gi uttrykk for standpunkt i forvaltinga. Ei samordning og/eller samling av informasjon vil òg kunne vere sentralt i arbeidet med klimatilpassinga.

Fleire av verkemidla som er nemnde i dette kapittelet, vil etter NVE sitt syn vere eigna til å styre åtferda til innbyggjarane både åleine og i samspel med kvarandre også i eit endra framtidig klima. Dei aller fleste av verkemidla NVE tek i bruk, baserer seg på normative verkemiddel i form av lover, forskrifter og vedtak.

5

Konsekvensar av klimaendringar innan NVEs forvaltningsområder



5.1 Skred- og vassdragsforvalting

5.1.1 Forvaltingsområde

NVE sine oppgåver knytt til skred- og flaumskadeførebygging kan delast inn i desse arbeidsområda:

- kartlegging
- arealplanlegging
- sikring
- varsling
- beredskap og krisehandtering

NVE gjennomfører ei nasjonal aktsemeldkartlegging for flaum- og skredfare. I tillegg kan NVE gi bistand til ei farekartlegging (detaljert kartlegging) av flaum- og skredutsatte område der risikoen (sannsyn x konsekvens) er stor.

Ved å gi retningslinjer og rettleiarar for korleis ein skal ta omsyn til flaum- og skredfare i arealplanlegging, og ved å gi kommunane råd, rettleiing og utsegn til dei enkelte planane bidreg NVE til å førebygge skredulykker samt ta hand om sikkerheit og miljø langs vassdrag. NVE er motsegnsstyresmakt med omsyn til kommunale arealplanar.

NVE kan gi bistand til utgreiing, planlegging og gjennomføring av sikringstiltak for å sikre eksisterande busetnad mot skade frå flaum, erosjon og skred, avhengig av dei årlege midlane som blir løvd til dette føremålet på statsbudsjettet.



NVE varslar flaum når det er venta at vassføringa i vassdrag vil nå ein viss storleik, eller at vasstanden i ein sjø vil overstige ei viss vasstand. Eit flaumvarsle gjeld først og fremst for uregulerte og lite regulerte vassdrag. NVE arbeider med metodar og greier ut omfang for varsling og overvaking av skred.

NVE gir skred- og flaumfagleg bistand i beredskaps- og krisesituasjonar.

I arbeidet innanfor dei ulike arbeidsområda skal NVE ta hand om vassdragsmiljøet. NVE forvaltar dei verna vassdraga og deltek i arbeidet med EU sitt vassdirektiv (vassforvaltingsforskrifta) og flaumdirektivet.

I EU sitt flaumdirektiv er flaum definert som "overfløyming av land som normalt er tørt", og det blir delt opp i 4 ulike typar flaum:

- overfløyming frå elv
- styrtflaum
- havstiging og stormflod
- flaum grunna overvatn

NVE er forvaltingsstyresmakt for dei to første flaumtypane. For dei to siste flaumtypane er det ingen statleg etat som har forvaltingsansvaret.

NVE sitt forvaltingsarbeid innan skred og flaum er definert i statsbudsjettet, i tildelingsbrev frå OED og i stortingsmeldingar som f.eks. St.meld. nr. 42 (1996-97). Oppgåvene er vidare definert i plan- og bygningslova og vassressurslova.

5.1.2 Relevante klimaendringar

Når det gjeld førebygging av skred- og flaumskader, er det særleg klimaendringane sin innverknad på dei ekstreme hendingane skred, flaum og tørke som er viktige (jf. kap. 3). Det må takast omsyn til desse klimaendringane ved NVE si klimatilpassing innan førebygging av skred- og flaumskader:

- Auka nedbør og auka frekvens av lokalt intense nedbør episodar til alle årstider. Dette fører til fleire og større flaumar i små vassdrag og fleire og større flaumar som kjem av overvatn, i område med busetnad.
- Auka fare for erosjon, massetransport og flaumskred i små, bratte vassdrag, og auka fare for at elvar og bekker tek nye løp. Dette er prosessar som skjer brått, har stor kraft og fører til fare for store skadar og tap av menneskeliv.
- Fleire flaumar om hausten og vinteren i område der nedbøren i dag kjem som snø.

- Meir igrang vinterstid i vassdrag som tidlegare har hatt stabilt isdekkje om vinteren.
- Færre snøsmelteflaumar i område som i dag har snødekkje, men som med stigande temperatur etter kvart vil bli snøfrie heile vinteren.
- Fleire flaumtoppar i elvar som i dag er dominert av regnflaumar, til dømes på Vestlandet og langs kysten.
- Reduksjon eller liten endring i flaumtoppen i store vassdrag som i dag er dominert av snøsmelteflaumar om våren/førsommaren, til dømes på Austlandet og i innlandet i Midt- og Nord-Noreg.
- Auka førekost av snø- og jordskred. Desse kan òg ramme stader der det tidlegare ikkje har gått skred.
- Stiging av havnivået og meir stormflod. I Havnvåstigningsrapporten frå DSB (17) finn ein den framtidige havnivåstiginga for norske kystkommunar. I løpet av det 21. hundreåret kan ein vente at havnivået langs norskekysten vil stige med mellom ca. 40 og ca. 75 cm. Dette kan forsterke flaum i munningsområde.

5.1.3 Sårbarheit

Klimaendringane kan føre til at flaum og skred opptrer oftare, og at dei blir meir ekstreme. For område der ein alt er kjent med naturfaren, kan ein velje ulike måtar å ta omsyn til desse ekstra belastingane på. Klimaendringane med auka førekost av ekstreme værforhold fører òg med seg ei ny utfordring ved at ekstreme værforhold og flaum- og skredhendingar kan opptre på andre stader enn tidlegare.

5.1.4 Tilpassing til endra klima

NVE skal basere arbeidet med skred- og flaumrisikoforvalting på oppdatert kunnskap om klima og klimaendringar. Det er viktig med eit nært samarbeid mellom forsking og forvalting. Klimatilpassingane skal integrerast i dei ulike arbeidsområda innanfor dette feltet.

Klimaendringane gjer at det vil vere noko større usikkerheit knytt til kartlegging av skred- og flaumfare. NVE vil bidra til å formidle kunnskap om farane, til god kommunikasjon mellom forsking og forvalting, og til å skape forståing for at det alltid vil vere ein restrisiko.

NVE si kartlegging av skred- og flaumfare baserer seg på historiske klimadata. For dei nærmaste 10–20 åra vil endringane som eit resultat av menneskeskapt

klimapåverknad i Noreg vere små i forhold til naturlege variasjonar. For framtida kan vi tenkje oss at ein vurderer ev. arealbruksføremål ut frå levetida til konstruksjonen, der det blir delt inn i kort, middels og lang levetid, til dømes:

- ▶ For råd/krav/tiltak der “levetida” er kort (10–20 år), legg ein historiske klimadata til grunn.
- ▶ For råd/krav/tiltak der “levetida” er middels lang (20–50 år) og lang (50–100 år), må ein vurdere og eventuelt tilpasse seg til regionale og lokale klimaframskrivningar.

Aktsemdeskart

Aktsemdeskart for flaum og skred blir utarbeidd med grunnlag i parametrar som ikkje er klimarelaterte. Dette er ei grov kartlegging der ein gjer ei konservativ vurdering av fareområde. Kartlegginga tek difor høgd for store usikkerheiter, også når det gjeld klimaendringane.

- ▶ Nasjonal aktsemeskartlegging for flaum og skred blir fullførd

Faresonekart – skred

Arbeidet med faresonekart blir tilpassa til eit endra risikobilde som følgje av klimautviklinga gjennom:

- ▶ Å vurdere og ta omsyn til effektane av klimaendringane når ein prioriterer kartleggingsinnsats mellom skredtypar, og når ein vel område for kartlegging.
- ▶ Å delta i arbeid for å skaffe meir kunnskap om skredtypar og korleis klimaparametrane verkar inn på desse.

- ▶ Å ta inn klimaendringar som ein av faktorane i NVE si metodeutvikling for kartlegging av lausmassekred og snøskred.

Faresonekart – flaum

Eit framtidig klima med fleire lokale nedbørsflaumar til alle årstider kan gi auka fare for skader langs mindre vassdrag og bekker. Det skal difor leggjast auka vekt på å kartlegge farar knytt til flaum langs slike vassdrag. For å få oversikt over skadepotensialet er det viktig å kartlegge kulvertar/bruver som kan gå tette, og erosjonsutsette strekningar. Ei slik kartlegging er sentral for å kunne ha ein god beredskap, også i forhold til kvar dei alternative flaumvegane går. Kartlegginga vil dessutan synleggjere behov for tiltak ved kritiske kulvertar og andre punkt der vatnet kan erodere og ta nytt løp.



► NVE vil bidra til å utarbeide retningslinjer for kartlegging av flaumfare i bratte, masseførande vassdrag der faren for skade er stor.

► Når lokale klimaframskrivningar gir ein venta auke i 200-årsflaum på meir enn 20 % dei neste 20–100 åra, skal ein bruke både historiske data og data frå klimaframskrivningane når ein reknar ut gjentakingsintervall for flaumsoner. Dette gjeld både når ein oppdaterer/ajourfører kartlagde område, og når ein kartlegg for første gong.

► For flaumsonekart ved utløp i sjø skal i tillegg Havnivåstigningsrapporten (17) frå DSB leggjast tilsvarende til grunn.

Arealplanlegging

Arealplanlegging skal bidra til å redusere trusselen klimaendringane utgjer mot liv, helse og materielle verdiar, samt viktige samfunnsfunksjonar og infrastruktur, jf. St.meld. nr. 26 (2006-2007) Regjeringens miljøpolitikk og rikets miljøtilstand.

Klimaomsyn er teke inn i plan- og bygningslova. I dei aktuelle paragrafane står det mellom anna at samfunnssikkerheit og sårbarheit skal vurderast i samband med planforslag (§4-3). Omsynssoner (§11-8, 12-6) skal vise aktuelle faresoner. Kommunane er ansvarlege for å vurdere risiko og sårbarheit og skal bidra til at det berre blir bygd i område som er tilstrekkeleg trygge for naturfarar. Ny kunnskap om potensielle fareområde og effektar av klimaendringar kan føre til at areal som tidlegare har blitt sett på som tilstrekkeleg trygge for busetnad, ikkje lenger innfir krava til sikkerheit i plan- og bygningslova og

byggeteknisk forskrift.

Arealplanlegging som tek omsyn til klimaendringar, er det viktigaste verkemidlet for å redusere faren for tap og skader ved naturulykker i framtida:

► Gjennom rettleiing, deltaking i regionale og lokale planfora, regional statleg samordning og utsegner/fråsegner til dei enkelte planane skal NVE bidra til at omsynet til klimatilpassing innan forvaltingsansvaret vårt blir teke vare på i arealplanlegginga.

► Ved revisjon av retningslinje 1/2008 Planlegging og utbygging i fareområder langs vassdrag, skal det innarbeidast tilpassing til klimaendringar.

► For utbygging av areal som kan vere utsette for materielle skadar ved flaum, og der det er venta ein auke i 200-årsflaumen på meir enn 20 % dei neste 20–100 åra, skal denne informasjonen leggjast til grunn ved utgreiling av flaumvasstand.

► For areal som er utsette for flaum frå elv og sjø, skal i tillegg Havnivåstigningsrapporten (17) frå DSB leggjast til grunn i arealplanarbeidet.

► Forvaltingspraksisen skal fortløpende tilpassast den beste kunnskapen om skred og klima.

► NVE skal vie flaumar i små vassdrag særleg merksemd i arealplanarbeidet. Ved utbygging av areal langs små vassdrag/bekker må ein i arealplanarbeidet kartleggje faren for flaum, erosjon og flaumskred samt kritiske kulvertar/bruar og vurdere alternative flaumvegar.

► NVE skal bidra til at kunnskap om effektane av klimaendringar som kjem fram i arbeidet med flaumdirektivet, også kan brukast i arbeidet med vassdirektivet og anna skred- og vassdragsforvalting.

Sikringstiltak

NVE si dimensjonering og prioritering av sikringstiltak er basert på ei vurdering av risiko, og av nytten av tiltaket i forhold til kostnadene. Fleire flaum- og skredhendingar i område med stort skadepotensial og flaum- og skredhendingar på stader der det tidlegare ikkje har vore skadar, kan føre til auka behov for sikring.

► Eit endra risikobilete som følgje av klimautviklinga kan føre til at NVE må prioritere sikring mot skred, og mot flaumar i små vassdrag med stort skadepotensial. Dersom løyingane til slike arbeid ikkje

blir auka, vil dette få konsekvensar for tiltak i større vassdrag der flaumane ikkje endrar seg i særleg grad. Ein føresetnad er at vurderinga av nytte/kost og risiko viser at tiltaka i dei mindre vassdraga kjem best ut.

- I område der regionale klimaframskrivningar viser ein auke i flaumtoppen (200-årsflaum) på meir enn 20% dei neste 20–100 åra, og/eller for strekningar med utløp i sjø skal dimensjonering av sikringstiltak og nyttekost-vurderingane leggje denne informasjonen til grunn.

Varsling

- NVE si varsling er relatert til skadar som oppstår, og gjeld få dagar fram i tid. Ho vil difor tilpasse seg klimaendringane på ein dynamisk måte.

Beredskap og krisehandtering

- Beredskapsplanlegginga skal byggje på analysar av risiko, sårbarheit og klimaendringar. Beredskapsplanlegginga skal vere ein løpende prosess og synleggjere mellom anna årsaks- og konsekvensreduserande tiltak.

- NVE skal ta initiativ til og delta i øvingar der ein øver seg på flaum-/skreditsituasjonar som følge av ekstremvær.

Vassforvalting

- NVE skal bidra til at forvaltingsplanane i EU sitt vassdirektiv tek omsyn til klimaendringar når det blir fastsett tiltak for å nå miljømåla. Tiltaka som blir føreslede, må vere robuste mot klimaendringane og ikkje bidra negativt i forhold til verknadene av framtidige klimaendringar.

5.1.5 Innverknad på NVE sine forvaltingsoppgåver

NVE er forvaltingsstyresmakt for mellom anna skred og vassdrag, hjelper til med kartlegging, sikrings tiltak mot flaum, erosjon og skred, og med beredskap og krisehandtering. NVE har òg ei varslingsteneste for flaum. Klimaendringane vil kunne integrerast i dei ulike arbeidsoppgåvene innan skred- og vassdragsforvaltinga, som forklart i kapittel 5.1.4.

I forvaltarrollen må NVE ha fokus på at det vert oppnådd tilstrekkeleg sikkerheit for liv og materielle verdiar langs vassdrag og mot skred også i eit endra klima.

Både i forvaltar- og hjelperollen må NVE arbeide for å oppnå tilstrekkeleg kompetanse om klimaendringane og gode klimatilpassingar.

Ein aukande etterspurnad etter bistand til kartlegging og sikringstiltak vil stille store krav til prio-

ritering med avgrensa ressursar. Kriteria for prioritering bør vurderast med jamne mellomrom.

5.2 Damsikkerheit

5.2.1 Forvaltingsområde

NVE skal sikre at vassdragsanlegg ikkje utgjer nokon fare for skade på menneske, miljø og eigedom (tredje person). Arbeidet består i hovudsak av å kontrollere og godkjenne tekniske planar, kontrollere og godkjenne revurderingar (sikkerheitsvurderingar), kontrollere bygging av anlegg og halde tilsyn med eksisterande anlegg og anleggseigarar i form av inspeksjonar og revisjonar.

Kravatildamsikkerheit har heimelivassressurslova, vassdragsreguleringslova, industrikonsesjonslova, energilova og sivilforsvarslova (siste fram til aktuell revisjon er gjennomført). Dei viktigaste punkta er nærmare forklart i Damsikkerhetsforskriften av 1.1.2010 som har avløyst Sikkerhetsforskriften av 15.12.2000 med underliggende forskrifter.

Damsikkerhetsforskriften famnar om alle vassdragsanlegg som kan utgjere ein fare for å påføre tredje personar skade. Desse anlegga er klassifiserte i brotkonsekvensklasse 1 til 4. Ei rekke små vassdragsanlegg som fell utanfor verkeområdet til Damsikkerhetsforskriften (anlegg i brotkonsekvensklasse 0), er underlagde NVEs kontroll og tilsyn gjennom vilkår i konsesjon etter vassressurslova, vassdragsreguleringslova eller industrikonsesjonslova. Mange anlegg er underlagde kontroll og tilsyn både etter forskrift og konsesjonsvilkår.

5.2.2 Relevante klimaendringar

Klimaendringar og effektar av desse som verkar inn på sikkerheten til dammane, vil vere:

- auka nedbør og avrenning, særleg i nord og i vest, og spesielt om hausten og i vinterhalvåret
- auka tal på flaumhendingar og større flaumar
- forskyving av flaumsesongar
- lengre tørkeperiodar på Sør- og Austlandet
- høgare temperatur
- mogleg auka vind

5.2.3 Sårbarheit

Dammar blir dimensjonerte og kontrollerte for ulike laster (påkjenningar), mellom anna såkalla normale laster, som blir genererte av normale klimavariasjonar, og unormale laster, som blir genererte av



sjeldne/ekstreme hendingar. Mange av lastane kjem av nedbør, temperatur og vind. Lastane opptrer i form av flaumvasstand/flaumvassføring, istrykk/telettrykk og bølgjepåkjenning. Ras/skred mot dam eller ned i magasin er eksempel på sjeldne/ekstreme hendingar som genererer unormale laster.

Endringar i klima, som fører til til dømes større eller hyppigare flaumar, vil verke inn på dimensjoneringa av nye dammar og/eller ombygging av eksisterande dammar samt sikkerheitsvurderingar av eksisterande dammar:

- Større dimensjonerande flaumar kan resultere i at ein må byggje om flaumløp, forsterke eller gjere dammar høgare eller opprette flaumdempingsmagasin.
- Større og hyppigare flaumar kan resultere i meir drivgods, med fare for at flaumløp blir tilstoppa.
- Auka nedbør og fleire intense nedbørepisodar aukar faren for skred mot dam og i magasin. Skred ned i magasin kan føre med seg bølgjer som overtoppar dammen.
- Større snømengder i høgareliggjande område kan gi pakking av snø i flaumløp. Dette kan føre til problem med flaumavleiing ved flaumar tidleg på året. Problemet kan bli spesielt alvorleg der det er lukka flaumløp (sjakt/tunnel).
- Langvarig tørke kan tørke ut tettingsmaterialet i visse damtypar (torvtetting) og svekkje/øydeleggje tettingseigenskapane.
- Høgare gjennomsnittstemperaturar kan føre til at kjemiske nedbrytingsprosessar i materialar går raskare, til dømes alkalireaksjonar i betong.
- Sterkare og hyppigare oppvarming av isflater på vatn kan gi høgare og hyppigare dimensjonerande istrykk mot damkonstruksjonane.
- Sterkare oppvarming av konstruksjonar kan føre til større påkjenningar (uavklart konsekvens).
- Hyppigare periodar med temperatur rundt 0 grader vil innebere fleire fryse-/tinesyklusar med auka forvitring/nedbryting av betong- og steinmaterialar. Dette vil kunne redusere levetida til materialane.
- Eventuelle sterkare og hyppigare stormar kan gi større bølgjepåkjenningar og problem med kommunikasjon/tilkomst på enkelte damanlegg.
- Auka temperatur, fukt og uvêrsfrekvens kan verke inn på lynfrekvensen og gi større fare for at straumforsyninga til lukemanøvrering og kontroll- og overvakkingssystem fell ut.
- Forskyving av avrenningsmønster, og spesielt flaumsesongar i retning av hyppigare vinterflaumar, kan gi nye beredskapsmessige utfordringar i delar av landet. Fleire kritiske operasjonar må gjerast i mørke, ein brå overgang til snø/kulde etter ein stor flau kan "dekke over" alvorlege skadar osv.

5.2.4 Tilpassing til endra klima

Dimensjonering av nye og kontroll av eksisterande dammar skal gjerast i samsvar med gjeldande forskrifter. Forskriftene føreset i utgangspunktet at ein dimensjonerer og kontrollerer ut frå definerte laster/laststørleikar, og det finst retningslinjer for korleis desse skal fastsetjast.

I den ny Damsikkerhetsforskriften er det eit krav om at dammane skal vurderast på nytt kvart 15. år. For dammar med lite skadepotensial er intervallet kvart 20. år. Føremålet med dei nye vurderingane er mellom anna å fange opp endringar i laster (flaumstorleikar, bølgjer frå vind, istrykk osv.) og endringar i forskriftskrav. I den nye vurderinga skal ein kontrollere at dammane toler alle laster og lastverknader dei kan bli utsette for. Dimensjonerande flaumstorleikar skal for eksempel bereknast på nytt, slik at endringar i mellom anna klima og hydrologi dei siste 15–20 åra blir fanga opp.

Fordi det ligg ei usikkerheit i flaumberekningane, og denne usikkerheita er vanskeleg å kvantifisere, skal ein klassifisere berekningane knytt til det tilgjengelege hydrologiske datagrunnlaget. Dette gir ei støtte til vurderinga av eventuelle tiltak ved dammen eller i vassdraget.

Intervallet på nye vurderingar er venta å dekkje behovet for raskt nok å fange opp effekten av klimaendringane i form av auka laster, uavhengig av om ein vurderer låg, middels høg eller høg klimaframstyring. NVE kan stille krav til storleikar og kombinasjonar av laster som blir nytta ved dimensjonering og kontroll. Når datagrunnlaget for flaumberekningar er usikkert, og når ein har andre usikkerhetsmoment, føreset ny damsikkerheitsforskrift at det blir teke omsyn til dette. I og med at NVE skal godkjenne tekniske planar og nye vurderingar, vil NVE kontrollere at det blir teke omsyn til endra laster og usikkerheiter pga. klimaendringar. Dette blir gjort ut frå regionale skilnader og i forhold til brotkonsekvensar for dammane.

Ettersom dammar kan vere sær sårbar for klimaendringar (sjå pkt. 5.4.3), vil behovet for å byggje om dammar og flaumløp auke.

I ny damsikkerheitsforskrift blir det stilt krav til at dammar i brotkonsekvensklasse 3 og 4, og dei dammane i klasse 2 som NVE bestemmer, har betydeleg nedtappingskapasitet for kontrollert senking av magasinet i ein fare- eller ulykkessituasjon. Med heimel i vassressurslova § 40 kan NVE gi ordre om tapping i ein uventa fare- eller ulykkessituasjon. Dersom flaumstorleikane skulle auke raskt, og ein ikkje har rukke å byggje om flaumløpa til dammane, vil denne tappekapasiteten kunne brukast for raskt å opprette flaumdempingsmagasin eller redusere stiginga av vasstanden fram til dammen er bygd om.

Sjølv om det i dagens regelverk ligg inne sikkerheitsmarginar i fastsetjinga av laster og fribord, kan

effekten av klimaendringane føre til eit behov for å skjerpe dagens krav til teknisk standard. Det kan vere nærliggjande å vurdere strengare krav til fribord, og til plastring (erosjonssikring) av vassida på fyllingsdammar, sjølv om det siste foreløpig ikkje er aktuelt slik som klimaframstyringane ser ut per i dag.

Ein kan vente at levetida til betongkonstruksjonane vil bli redusert på grunn av raskare nedbryting. Og det er venta at slike konstruksjonar vil bli fornys mykje oftare i framtida.

Generelt må det også stillast krav til at overvakning og tilsyn med damanlegga under normal drift og i krisesituasjonar blir tilpassa klimaendringar som truleg vil komme. Eit eksempel er at det blir teke omsyn til hyppigare flaumar på vinteren, og at planlegginga av nødvendig vedlikehald og oppgradering blir tilpassa endringar i avrenningsmønster.

Damsikkerhetsforskriften set krav til dameigarane sin beredskap i situasjonar som kan innebere fare for skadar. Beredskapsplanen skal bygge på ein analyse av risiko og sårbarheit. Han skal haldast oppdatert og reviderast minst kvart tredje år. Dersom risikoen aukar som eit resultat av klimaendringar, må dette komme fram i planen.

5.2.5 Innverknad på NVE sine forvaltingsoppgåver

NVE er kontroll-, godkjennings- og tilsynsstyresmakt for sikkerheitskrav som har heimel i konsesjonar og regelverk. I denne rolla ligg også revisjonsansvar for forskrifter og retningslinjer og informasjonsansvar for å ta hand om sikkerheitskrav:

- ▶ I kontroll- og tilsynsrolla må fokuset rettast mot effektane av klimaendringar. NVE må sikre at dameigarar tek omsyn til desse i eigenkontrollen av dammane og i beredskapsplanane sine. Som styresmakt må NVE gjennomføre ei generell kartlegging / ein generell analyse av kva for damtypar/dammar som er mest sårbar, for å kunne prioritere tilsynsarbeidet.
- ▶ I revisjonsrolla for forskriftene må NVE kontrollere at regelverket tek høgd for effektane av klimaendringane, og eventuelt føreslå endringar.
- ▶ Informasjonsansvaret inneber å gjere dameigarane bevisste på klimaendringseffektane og korleis desse blir tekne hand om i krava i regelverket. I NVE sin informasjon til befolkninga må det presiserast at sikkerheitskrava til dammar tek hand om klimaendringseffektane, at NVE følgjer opp desse krava, og at damsikkerheten dermed blir teken hand om.



► Innanfor kunnskapsutvikling kan det bli behov for å auke fokuset på FoU når det gjeld effektane av klimaendringar. Dette både for NVE si eiga kompetanseutvikling, og for å påverke dameigarar og konsulentar.

5.3 Vassdragskonsesjonar

5.3.1 Forvaltingsområde

NVE har ansvaret for konsesjonshandsaming av inngrep i vassdrag som er til nemneverdig skade eller ulempe for allmenne interesser. Eksempel på slike inngrep kan vere å byggje vasskraftanlegg, erverve fallrettigheter og legge ned vassdragsanlegg. Ansvaret går òg ut på å fornye tidlegare konsesjonar, revidere konsesjonsvilkår og handsame søknader om opprustings- og utvidingsprosjekt (O/U-prosjekt).

NVE er vedtaksstyresmakt når det gjeld konsesjonar for små vasskraftverk på mellom 1 og 10 MW. For større kraftverk skriv NVE innstilling til OED og saka blir avgjort av Kongen i Statsråd. For enkelte vasskraftverk med installasjon på under 1 MW er det fylkeskommunen som er vedtaksstyresmakt. NVE lagar innstillinga til fylkeskommunen.

NVE si styresmakt er heimla i vassressurslova og vassdragsreguleringslova. Andre sentrale lover er industrikkonsesjonslova og energilova samt plan- og bygningslova når det gjeld handsaminga av sakar etter forskrift om konsekvensutgreiingar.

5.3.2 Relevante klimaendringar

- tidlegare og reduserte snøsmelteflaumar, hyppigare og større haust- og vinterflaumar
- fleire lokale regnbyer med påfølgjande skadeflaumar
- fleire isgangar som eit resultat av mildvêrs-periodar vinterstid
- auka smelting på isbreane, som gir auka sommarvassføring i breelvane
- lengre tørkeperiodar på Sør- og Austlandet som vil føre til låg vassføring og reduksjon i magasin med grunnvatn

5.3.3 Innverknad på NVE sine forvaltingsoppgåver

Det er venta auka saks mengd som følgje av at:

- Årsproduksjonen i det norske vasskraftsystemet er venta å stige, særleg i nord og i vest, der ein reknar med at nedbørsmengdene vil auke mest. Ulike utgreiingar gir svært ulike svar på kor stor produksjonsauken vil bli, varierande frå +2 til +20 TWh per år mot slutten av dette hundreåret (18). Dette vil verke inn på lønsemda og interessa for utbygging.

- Det vil bli fleire og større flaumar, og dermed større fare for flaumskadar. På Sør- og Austlandet vil det bli hyppigare sommartørke. Aktiv bruk av reguleringar kan gjere det mogleg å redusere flaumar og heve lågvassføring. For dei største flaumane vil ikkje reguleringane kunne bidra noko særleg til å redusere flaumane.

Retningslinjer, faglege rettleiarar og prosedyreskildringar må oppdaterast, slik at dei fangar opp verknadene av klimaendringane.

5.3.4 Konsekvensutgreiingar

Plan- og bygningsloven si forskrift om konsekvensutgreiing av 26. juni 2009 gjeld for store utbyggings tiltak, mellom anna vasskraftverk, reguleringar og høgspentleidninga over ein gitt storleik og ei gitt lengd. NVE er ansvarleg styresmakt for tiltak som treng løyve etter vassdragslovgivinga eller energilova. For vasskraftanlegg og reguleringsmagasin er det melde- og utgreiingsplikt for utbygging av anlegg med årleg produksjon på over 40 GWh, og for magasin med lagringskapasitet på over 10 mill. m³.

Klimarelevante tema som skal greiast ut eller vurderast, er mellom anna desse:

- Overflatehydrologi, av dette vasstands- og vassføringsvariasjonar, ekstremverdiar i vasstand og vassføring samt frekvensa og varigheita på desse.
- Vasstemperaturendringar, isforhold og lokalklima, mellom anna elvestrekningar der isforholda vil bli endra.
- Sedimenttransport, erosjon og skred.
- Naturlege flaumar i vassdraget skal skildrast saman med ei vurdering av kva for verknader tiltaket har på dei framtidige flaumforholda. Det skal gjerast greie for kvar og korleis det er planlagt at flaumar skal avleia. Dersom det ikkje blir søkt spesielt om andre ordningar, skal det leggjast til grunn at naturleg flaumvassføring i kvar enkelt vassdragsdel ikkje skal aukast, så vidt det er mogleg. Det blir gjort greie for i kva grad det er behov for og mogleg å bruke reguleringane til flaumdemping.
- Det skal givast ei generell skildring av erosjonsforholda i dei aktuelle områda, og eventuelle endringar i erosjonsforholda skal vurderast.
- Førekomst av skred i dei aktuelle områda. Eventuelle endringar i forhold til risiko for skred skal vurderast. Skredfare i område med infrastruktur og framtidige anleggsområde må vurderast. Det skal også givast ei utgreiing eller vurdering av sannsynet for skred o.l. som kan lage flaumbølgjer i magasin med øydeleggjande verknad på strender, dammar og andre anleggsdelar, hus, eigedom mv.

Utgreiingsnivået og -omfanget for det enkelte fagtema blir tilpassa kvar enkelt sak.

Etter at ny plan- og bygningslov tredde i kraft 1. juli 2009, er det innført ei ny føresegnsanalyse om samfunnssikkerheit, risiko og sårbarheitsanalysar (§ 4-3).

Ved fornying av gamle konsesjonar gjeld i praksis mykje av dei same utgreiingskrava som for nye konsesjonar, men ein tek utgangspunkt i den nye naturtilstanden som er etablert. Det blir stilt tilsvarande krav til høyring mv.

Det er først og fremst forhold som er knytt til risiko for flaum og skred, som er avgjerdssrelevant i konsekvensprosessen. Begge desse temaene blir som standard dekte i konsekvensutgreiingsprogram for vasskraftprosjekt. Kravet til gjennomføring av ein risiko- og sårbarheitsanalyse (ROS) er på denne måten naturleg dekt gjennom konsekvensutgreiinga. Når det gjeld beredskap og ulykkesrisiko knytt til andre forhold ved prosjektet, blir dette dekt av gjeldande regelverk i hovudsak knytt til detaljplanleggingsfasen og seinare i anleggs- og driftsfasen, jf. gjeldande forskrifter innan internkontroll, damsikkerheit og beredskap.

Risiko i samband med havnivåstiging er eit nytt tema i konsekvensutgreiinga, jf. forskrift om konsekvensutgreiingar. Når det gjeld vasskraft, vil dette temaet bli teke inn i konsekvensutgreiingsprogrammet i den grad det blir rekna som relevant for det enkelte prosjektet.

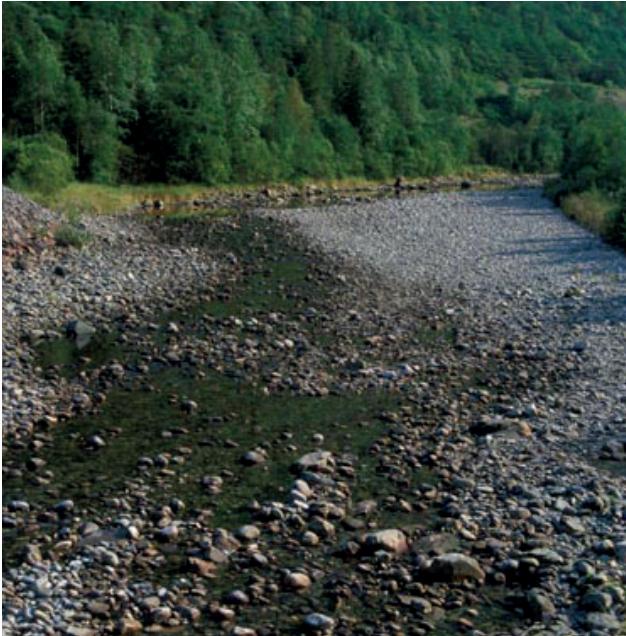
5.3.5 Konsesjonsvilkår

Ein sentral del av konsesjonsprosessen dreier seg om å tilpasse prosjektet for å sikre at det ikkje fører med seg uakseptable verknader dersom det blir gitt konsesjon. Det blir normalt sett vilkår for å redusere dei skadeverknadene som tiltaket fører med seg. Ved konsesjonar i dag bruker ein såkalla "standardvilkår". Fleire av standardvilkåra er klimarelaterte og omhandlar tiltak mot flaum, erosjon, isgang m.m.

Det er aktuelt å vurdere desse vilkåra i eit klimatilpassingsperspektiv:

► Konsesjonstid

I vassressurslova § 26 er det opna for at konsesjonar kan tidsavgrensast eller ev. reviderast etter ei viss tid. Konsesjonar etter vassressurslova blir i dag normalt gitt utan tidsavgrensning. Det blir foreløpig ikkje vurdert som aktuelt å endre gjeldande forvaltingspraksis på området. Bruken av føresegne vil eventuelt bli teke opp til vurdering på eit seinare tidspunkt dersom verknadene av klimaendringane tilseier at tidsavgrensning kan vere eit eigna verkemiddel for tilpassing.



► Minstevassføring

I dei fleste vasskraftkonsesjonar blir det i vilkåra stilt krav om slepp av minstevassføring av omsyn til biologisk mangfald, landskap, friluftsliv osv. Når ein skal fastsetje storleiken på minstevassføringa, er det i prinsippet omsynet til dei ulike interessene i vassdraget som skal leggjast til grunn, men ofte blir det teke utgangspunkt i alminneleg lågvassføring eller 5-percentil vassføring. Ein auke eller reduksjon i vassføringa som følgje av klimaendringane vil difor bli fanga opp ved fastsettjing av minstevassføringar, så framt berekningane byggjer på oppdaterte tidsseriar. Dette gjeld både ved vurdering av nye konsesjonar, og ved vilkårsrevisjonar.

Når det gjeld eldre konsesjonar, vil auka tilsig reise spørsmål om det er kraftprodusentane eller naturen og allmenne interesser som skal nyte godt av dette vatnet. Spørsmåletharbliitt reist i samband med offentlege høyringar i konsesjonssaker den seinare tida. Dersom natur- og brukarinteresser skal prioriterast, er det aktuelt å vurdere å sleppe større minstevassføringar. Eventuelt kan ein vurdere eit meir dynamisk påslepp av vatn basert på tilsiget til ei kvar tid. Det vil i så fall krevje endringar i gjeldande forvaltingspraksis.

► Manøvrering av magasin – effektkøyring

Auka nedbør, endra avrenningsmønster, meir vindkraft og ein endra kraftmarknad vil aktualisere auka effektkøyring i kraftverka. Effektkøyring over døgnet inneber at vassføringa i elvane og vasstanden i magasina går raskt opp og ned, og kan i enkelte magasin føre til auka erosjon og gi uheldige verknader for biologi og brukarinteresser.

Auka effektkøyring kan aktualisere meir bruk av manøvreringsrestriksjonar av omsyn til allmenne interesser. Slike restriksjonar vil derimot kunne føre til produksjonstap og redusert lønsemd. Dei må difor avvegast i forhold til dette.

► Manøvrering av magasin – flaumdemping

Reguleringsmagasin kan nyttast til flaumdemping og gjer det mogleg å redusere skaderisikoen i samband med auka flaumar og andre klimarelaterte naturhendingar. Men hyppigare og kraftigare flaumepisodar vil stille nye krav til tilgjengeleg magasinkapasitet og manøvrering av magasina. Det kan difor vere aktuelt i enkelte manøvreringsreglement å fastsetje restriksjonar på fyllinga av magasina i periodar av året der det er fare for flaum, slik at magasina har det nødvendige buffervolumet. Krav om auka avleiingskapasitet for å ta vare på damsikkerheten og løyve til å overføre flaumvassføring mellom vassdrag kan òg bli aktuelt å vurdere.

Klimaendringane kan gi vasskraftverka ei utfordring i forhold til å skulle handtere auka mengder vatn. Dette kan føre til at magasinkapasiteten blir overskriden hyppigare enn i dag. Det vil vere aktuelt å informere eigarar av vasskraftanlegg om det ansvoaret som påligg i forhold til trygg drift av anlegga. Konsesjonsstyresmakta har dessutan heimel til når som helst å fastsetje nødvendige endringar i manøvreringsreglementet, dersom det viser seg at manøvreringa fører med seg skadelege verknader for allmenne interesser av eit visst omfang.

► Hydrologiske observasjonar

Ifølge standardvilkåra, er konsesjonæren pålagd å utføre nødvendige hydrologiske observasjonar etter at kraftverket er sett i drift. Her kan det vere behov for meir spesifiserte krav i forhold til å registrere verknadene av klimaendringar. Dette er òg eit tema når ein skal utarbeide overvakingsprogram i samsvar med EU sitt vassdirektiv, jf. vassforvaltingsforskrifta § 18. Sjølvé vassdirektivet gir ingen nye heimlar i tillegg til dei NVE har frå før, til å påleggje plikter for konsesjonærar. NVE må difor bruke det ordinære heimelsgrunnlaget, det vil seie lov og konsesjonsvilkår.

NVE kan på eige initiativ etablere hydrologiske målestasjonar, jf. mellom anna føresegner om oppsetjing av måleapparat i vassressurslova § 56.

5.3.6 Revisjon av konsesjonsvilkår

Eit overordna mål for revisjon avvilkår er å betre miljøtilstanden i regulerte vassdrag. Dette skal balan-

serast opp mot målet om å oppretthalde kraftproduksjon og reguleringssevne. Klimaendringane kan aktualisere behovet for revisjon av vilkår ytterlegare.

Revisjonssyklusen sikrar at ein kan modernisere vilkåra kvart 30 år. Dette blir rekna som eit rimeleg intervall for å kunne ta omsyn til til dømes auke i nedbør, flaum, erosjon, skred osv.

Dagens revisjonsinstitutt er avgrensa til å vurdere verknaden for miljø og andre allmenne interesser, og til å setje vilkår knytt til dette. Typiske tema ved revisjon av konsesjonsvilkår er fyllingsrestriksjonar i magasin, minstevassføring på tørrlagde strekningar, biotopjusterande tiltak, naturfaglege undersøkingar og erosjonssikring. Minstevassføring er ofte det viktigaste temaet.

Basert på ein gjennomgang av konsesjonsdatabasen i NVE, er det registrert totalt 396 konsesjonar som kan takast opp til revisjon fram mot 2022, og 340 av desse er reguleringskonsesjonar.

Nye retningslinjer for revisjon av vilkår er i ferd med å bli utarbeidde. Her blir det mellom anna gitt kriterium for kva for revisjonssaker som bør prioriterast, både i forhold til sakshandsaming og tiltak som minstevassføring og magasinrestriksjonar.

Ei rekke kraftverk har konsesjon etter den tidlegare vassdragslova eller etter vassressurslova, der det ikkje er krav om revisjon av vilkår. Fleire gamle anlegg er konsesjonsfrie og dermed utan vilkår som kan reviderast. I slike saker vil det vere nødvendig og hensiktsmessig å sjå behov for vilkårsendringar i samanheng med eventuelle konsesjonar etter vassressurslova og dei moglegheiter som finst for å endre denne eller fastsetje nye vilkår. I vassressurslova § 28 og 66, tredje ledd er det opna for dette.

5.3.7 Endringar og omgjeringar av konsesjonsvilkår

Ifølgje vassdragsreguleringslova § 10 kan konsejonærane søkje om å endre vilkåra når som helst. Endringar kan berre skje etter initiativ frå konsejonæren (eigaren av reguleringsanlegget). Dette gjer at eigarane kan søkje om klimatilpassing av vilkåra ved behov.

Vassressurslova § 28 og 66, tredje ledd seier at det er mogleg å gjere om på vilkåra i særlege tilfelle. Bruken av desse føresagnene blir vurdert og avgjort av NVE frå sak til sak. Ved sterke miljøomsyn vil denne moglegheita kunne nyttast. Ein må til dømes rekne med

at nødvendig tilpassing av vilkår med sikte på å redusere risikoen for store flaumskadar som følgje av klimaendringane kan gi grunnlag for å vurdere omgjering. Ved konsesjon kan det berre fastsetjast vilkår etter vassressurslova.

Moglegheitene til omgjering ifølgje vassressurslova § 28 gjeld derimot berre på det vilkår at allmenne eller private interesser krev ei endring, og er avgrensa til å gjelde i særlege tilfelle. Omgjering av vilkåra byggjer dessutan på det at forholda kan endrast, eventuelt på at det finst meir kunnskap enn på konsejonstidspunktet. Denne føresagna gjeld ikkje for tiltak som er handsama etter vassdragsreguleringslova, jf. lovendring i 1992.

5.4 Energikonsesjonar

5.4.1 Forvaltingsområde

NVE gir konsesjon for bygging av høgspentleidningar og vindkraftverk etter energilova § 3-1. Sakene blir også handsama etter føresegner i plan- og bygningslova om konsekvensutgreiingar med tilhøyrande forskrift. Konsesjonssøknadene skal innehalde ei skildring av planlagde anlegg samt kostnader, produksjon og miljømessige konsekvensar.

Konsesjonsvedtaket skildrar kva som skal byggjast, og fastset vilkår for å etablere anlegga. Desse vil normalt ikkje regulere drifta av anlegga. Kapasiteten i kraftleidningar eller vindturbinar kan difor normalt utnyttast fullt ut. § 3-4 i energilovforskrifta har som generelt konsesjonsvilkår at anlegga skal haldast i tilfredsstillande driftssikker stand, og her skal konsejonæren "sørge for vedlikehald og modernisering som sikrar tilfredsstillande leveringskvalitet".

5.4.2 Relevante klimaendringar

- generelt meir nedbør og fleire intense nedbørperiodar
- høgare temperatur
- meir snø i nokre område, mindre snø i andre
- mogleg auka vind og fleire stormar

5.4.3 Tilpassing til eit endra klima

Kraftnett og vindkraftverk blir påverka av klimaet. Målet med eventuelle tiltak vil mellom anna vere å oppnå ønskt sikkerheit og utnytte eventuelle moglegheiter som eit endra klima gir. Dette tyder at det skal gjerast rasjonelle justeringar på rett tidspunkt.



Energianlegg som blir etablert, må ta omsyn til fleire ulike faktorar, mellom anna når det gjeld sikkerheit, miljø og lønsemd. På sikkerheitssida er det f.eks. krav til dimensjonering som er tipassa ekstreme situasjonar. Det må difor betydelege klimaendringar til førttterlegare tiltak blir aktuelle.

Kraftleidningar

Kraftleidningar blir dimensjonerte for å tolle venta laster i ulike typar ekstremvêr. I planlegginga søkjer ein å oppnå sikker drift og vedlikehald under alle vêrforhold. I denne samanhengen er val av trase viktig. Ein god trasé bør redusere klimapåkjenningsar og gjere tilsyn og vedlikehald enklare.

Visse traséval gir betydeleg større utfordringar med tanke på drift av anlegga, men kan likevel bli valt for å redusere miljøkonsekvensar eller andre ulemper. Eit framtidig klima med meir og kraftigare uvêr kan føre til at ein i større grad bør unngå utsette fjellpassasjar.

Eit auka fokus på klimaendringar har ført til at enkelte kraftselskap legg større vekt på klimaunderøskingar i planlegginga si.

Dersom eit endra klima fører til auka snødjupn i enkelte område, må det takast omsyn til dette. Det same gjeld mogleg auka ising enkelte stader.

Ein vil prøve å unngå kraftleidningar gjennom rasutsette område. Dersom meir nedbør gir høgare rasfrekvens, og ikkje minst dersom ein lettare kan identifisere kva for område som er spesielt rasutsette, vil dette vere ein viktig faktor ved framtidige traséval.

Venta vindbelastingar er ein viktig faktor når det skal dimensjoneras og byggjast nye kraftleidningar. Dersom ekstremvinden aukar, kan dette føre til at ein treng kraftigare dimensjonering av anlegga. Om dagens uvêrssituasjonar og kjende maksimalvindnivå berre aukar i frekvens, er det ikkje sikkert at det trengst ytterlegare tiltak.

Auka vindstyrke kan gi meir vindfall av tre mot leidningane og føre til behov for breiare ryddebelte. Auka vindstyrke kan òg gi grunnlag for å velje mindre vindutsette trasear. På den andre sida vil det alltid vere mogleg å tilpasse luftleidningar til auka vindstyrke ved å auke dimensjoneringa og lage breiare ryddebelte. Ein kan difor ikkje auke kablinga med den grunngivinga at vindstyrken kan komme til å auke. Kabling vil vere eit svært kostbart tiltak og må eventuelt grunnast ut frå andre omsyn.

Foreløpig ser det ikkje ut til at auka maksimalvind er ein sikker konsekvens av klimaendringane. Det er difor foreløpig ikkje grunnlag for å treffen tiltak som respons på auka vind. Det vil alltid vere mogleg å gjere endringar i samband med eksisterande anlegg (forsterkingar, ombyggingar o.a.) dersom seinare kunnskap skulle tilsei at dette bør gjerast.

Vindkraftverk

Vindkraftverk blir bygde i samsvar med føresetnader som er utgreia for områda der desse skal lokaliserast. Dette gjeld mellom anna berekna og målt vindstyrke samt vindfordeling.

Vindkraftverk er til no planlagt på opne område ved kysten, anten flater eller høgdedrag. Oppstillings-

plassar og vegar har god fundamentering, vanlegvis på fjell, og vil i liten grad bli påverka av auka nedbør, auka temperatur eller endringar i snøforhold. Ising har i liten grad vore ein problemstilling knytt til dei lokalitetane i Noreg som til no har vore planlagt brukt til vindkraftføremål.

Utfordingane når det gjeld å sikre lågare kostnader og auka produksjon innan vindkraft, er særleg knytte til å velje rette lokaliseringsområde basert på betre vindanalysar, leggje til rette for bruk av turbinar som kan sveipe større areal (lengre vengjer), og betre detaljplassering av den enkelte turbinen. Betre metodar og betre kartlegging vil vere sentralt her.

Ein reknar med at dei klimaendringane som er venta innan nedbør, temperatur og snøfordeling, i liten grad vil verke inn på desse problemstillingane med tilhøyrande analysar.

Dersom det viser seg at klimaendringane fører med seg endringar i vindforhold (maksimalvind, vindstyrke, vindretning), kan dette verke inn på produksjon og kostnader i framtida. Fleire periodar med maksimalvind kan vere ei ulempe ved at det gir høgare turbinkostnader og lengre periodar der produksjonen må stoppast. Meir vind over året kan gi auka kraftproduksjon.

Eventuelle endringar i vindforhold er primært ei utfording for vindkraftutbyggjarar og turbinleverandørar, men kan òg verke inn på konsesjonshandsaminga. Når det gjeld kor godt rusta turbinane er til å tolke sterk vind, er det lite truleg at dette raskt må endrast. Det blir allereie produsert turbinar som er tilpassa krevjande vindforhold.

5.5 Miljøtilsyn

5.5.1 Forvaltingsområde

NVE følgjer opp at bygging, vedlikehald og drift av vassdrags- og energianlegg skjer i samsvar med krav som er fastsett i eller i medhald av vassdrags- og energilovgivinga. Dette omfattar arbeid med å godkjenne detaljerte planar for miljø og landskap, føre tilsyn med byggje- og driftfasen og følgje opp internkontrollar. Ved vassdragsanlegga er pålegg og kontroll av hydrologiske undersøkingar og oppfølging av konsesjonsvilkår som minstevassføring og manøvrering av reguleringsmagasin sentrale arbeidsområde.

NVE si oppfølging av vassdragsanlegg er heimla i vassressurslova, forskrift om internkontroll etter vassressurslova samt i vilkåra i den enkelte konsesjonen.

For energianlegg er tilsynet heimla i energilova og energilovforskrifta.

5.5.2 Relevante klimaendringar

- Nedbør og avrenning vil auke, særleg i nord og i vest, og spesielt om hausten og i vinterhalvåret.
- Vi vil få fleire flaumhendingar, spesielt i vinterhalvåret og langs kysten av Nordland og Troms.
- Varigheita på tørkeepisodar på Sør- og Austlandet vil auke og gi lengre periodar med låg vassføring samt reduksjon i grunnvassmagasin.
- Auka temperatur, særleg vinterstid, vil gi større avsmelting av brear, tidleg snøsmelting og reduksjon i snømagasin på lengre sikt.
- Vekstsesongen blir lengre.
- Vi får eit endra isleggingsmønster både når det gjeld lokalisering og varighet.

5.5.3 Tilpassing til endra klima

Når vasskraft-, vindkraft- eller kraftleidningskonsesjonar er gitt, skal konsesjonären leggje fram detaljerte miljø- og landskapsplanar for NVE før byggjestart. I byggjefasen blir det lagt vekt på å finne gode anleggstekniske løysingar for miljø og landskap innanfor rammene av konsesjonen. I driftsfasen er det fokus på å drive og vedlikehalde anlegget i tråd med løyva som er gitt.

Auka nedbør og fleire intense nedbørepisodar aukar erosjons- og rasfarens. Dette fører til at det blir viktig å opprette og eventuelt vedlikehalde vegetasjonsdekke på erosjonsutsatte areal raskt. Det kan òg vere aktuelt å vurdere andre erosjonshindrande tiltak i anleggsperioden.

I byggje- og driftfasen skal tiltakshavaren for vasskraftanlegg ha eit operativt internkontrollsysteem. Kravet om internkontroll gjeld foreløpig ikkje for tiltak etter energilova, men ein arbeider med å få dette etablert. Når dette systemet blir revidert, bør det vere fokus på forhold som blir påverka av endra klima, til dømes større erosjonsfare og begroing/gjengroing av tørrlagde elveløp/flaumlosp. Dersom gjengroing med tre og buskar kan føre til auka fare for flaumskadar, må ein be konsesjonären setje i verk relevante tiltak. Dette kan vere berekningar av kva slags ope tverrsnitt elva må ha for å ta unna påreknelege flaumar, og program for rydding, slik at det nødvendige tverrsnittet blir helde ope.



Ein generelt lengre vekstsesong vil gjere arbeidet med å etablere og vedlikehalde vegetasjon på anleggsområde enklare. Samtidig kan tørkeepisodar sommartid og endra snødekke vinterstid føre til større stress for vegetasjonen.

Det vil truleg bli fleire isgangar i vassdragsavsnitt som i dag har stabilt isdekk. Dette kan føre til ein høgare skadefrekvens på konsesjonspålagde tiltak, til dømes tersklar. Ved revisjon av internkontrollsystema bør ein sjå til at konsesjonæren rutinemessig etterser desse tiltaka etter isgangar og flaumar.

Ein arbeider med ein rettleiar for rydding og pleie av vegetasjon i kraftleidningsgater med spesielt fokus på miljø- og landskapsomstsyn. Her kan det òg bli aktuelt å vurdere framtidig utforming av kraftleidningsgater i forhold til eventuelt endra vindforhold, dvs. vurdere å utvide ryddesona eller utforme henne på ein annan måte.

Med heimel i vassdragslovgivinga og konsesjonar som er gitt, kan NVE påleggje konsesjonærar å utføre hydrologiske undersøkingar. Dette kan omfatte vassføring, vasstand i magasin, grunnvatn, vasstempertatur, isforhold, sedimenttransport og snø- og breforhold. Vassdragsanlegg med krav om minstevassføring er frå 1.1.2010 pålagde å ha godkjent, automatisk registrering av dette. I og med at det er venta at tørkeperiodane på Sør- og Austlandet vil bli lengre, blir det viktig med kontroll og tilsyn med pålagde

minstevassføringar. Påleget om automatisk logging av minstevassføring må difor følgjast opp i åra som kjem.

5.5.4 Innverknad på NVE sine forvaltingsoppgåver

Dei seinare åra har det komme inn svært mange søknader om småkraftverk. Større kapasitet til handsaming av konsesjonar fører til at fleire og fleire kraftverksprosjekt blir realiserte, og desse krev oppfølging i miljøtilsyn.

5.6 Kraftforsyning (8)

Stabil kraftforsyning er viktig for heile samfunnet. Det er særleg kraftforsyningsnettet med tilhøyrande anlegg som det er viktig å ha merksemnd rundt når det gjeld sårbarheit og tilpassingsbehov knytt til klimaendringar.

Kraftforsyninga har alltid vore dimensjonert for å tote klimapåkjenningar, samtidig som desse påkjenningane òg er ei betydeleg årsak til dei feila og avbrota som skjer i distribusjons-, regional- og sentralnettet.

Det blir stilt krav gjennom konsesjonshandsaming og direkte regulering. NVE sitt tilsyn følger opp at desse krava blir etterlevde. Kraftforsyninga tilpassar seg kontinuerleg til endra klimapåkjenningar. Det er samtidig behov for betre kunnskap om bestemde utfordringar og nærmare vurdering av kva for tilpassingsbehov dette fører med seg.

5.6.1 Forvaltingsområde

Kraftforsyninga kan i grove trekk strukturerast i to hovudfunksjonar. Den første er produktet energi (elektrisitet). Dette kan samanliknast med andre varer og tenester i samfunnet, slik som drikkevatn, helsetenester og teletenester. Den andre hovuddelen består av den fysiske infrastrukturen som produserer og distribuerer elektrisk kraft til sluttbrukarane. Eksempel på det sistnemnde er demningar, kraftstasjonar, transformatorar og kraftlinjer. Det norske kraftsystemet er i all hovudsak eit vasskraftbasert system, supplert med noko vindenergi, naturgass og annan termisk energi.

Selskap som får konsesjon til å eige og drifta anlegg innan kraftforsyninga, må sørge for at grunnleggende sikkerheitskrav er tilfredsstilt i samband med bygging, idriftsetjing og løpende drift.

Forsyningssikkerheit er eit grunnleggjande krav for kraftforsyninga. Det er ein føresetnad at kraftforsyninga òg skal fungere under ekstreme klimapåkjennings, sjølv om det er vanskeleg å gardere seg heilt mot alle typar situasjoner. Ved skadar og havari blir det stilt krav til at selskapa raskt skal kunne gjenopprette normal forsyning igjen.

Om lag 50 % av all ikkje-levert energi (ILE) i distribusjonsnettet og i underkant av 40 % i respektive regional- og sentralnettet kjem av klimapåkjennings (19) (20) og liknande. Av dette kan mykje tilbakeførast til trefall, lyn, vind og ising. Dersom ein ikkje gjer noko med systemet slik det er i dag, vil sårbarheita kunne komme til å auke ved dei venta klimaendringane. Denne auka sårbarheita vil vere mogleg å redusere dersom ein tek høgd for større klimapåkjennings ved framtidige utbyggingsarbeid, oppgraderingar av eksisterande anlegg og løpende vedlikehald.

Dei verksemndene som er kritisk avhengige av kontinuerleg kraftforsyning, må sikre seg med ein eigenberedskap (nødstraum), slik at avbrot ikkje resulterer i uønskte hendingar. Våre erfaringar tilseier at det er vanskeleg å få tilstrekkeleg bevisstheit og motivasjon til å gjennomføre slike beredskapstiltak. I den grad den enkelte forbrukar i tillegg sikrar seg eit visst minimum av eigenberedskap i form av alternative energikjelder, vil samfunnet bli meir robust. Ein kan rekne med at teknologiske nyvinningar i perioden fram mot år 2100 òg vil kunne bidra til dette.

5.6.2 Relevante klimaendringar (1)

Klimarelaterte hendingar er allereie i dag ei viktig

årsak til dei feila og avbrota som skjer innan kraftforsyninga. Utan fysiske tilpassingar vil energiselskapa truleg få større utfordringar i takt med endringar i klimaet. Dette vil vere viktig for NVE å følgje opp.

Basert på tilgjengelege klimaframkrivingar, vil endringane for kraftforsyninga i stor grad vere av kvantitativ art, med ein auke i frekvensen av hendingar og i styrken/intensiteten. Utfordringane vil òg forflytte seg geografisk. På desse nye "problemområda" er ikkje nødvendigvis alle installasjonane i stand til å handtere auka klimabelastingar utan at det blir sett i verk tilpassingstiltak.

Sårbarheita i kraftforsyninga er i tillegg sterkt knytt til ei eventuell klimasårbarheit hos andre samfunnssektorar, slik som veg og tele. Til dømes vil redusert framkomst under og etter uvêr i tillegg veke inn på kraftforsyninga si evne til å reparere feil i eigne system. Dette tilseier at det er behov for samvirke med andre lokale, regionale og nasjonale verksemder – noko mellom anna NVE har teke initiativ til gjennom felles regionale beredskapsøvingar for samordna reparasjonsberedskap.

Under følgjer ei stikkordsmessig skildring av ulike effektar og moglege konsekvensar basert på klimaframkrivingar for perioden fram mot 2100. Effektane og dei moglege konsekvensane er knytt til ekstreme værhendingar. Mange av desse forholda gjeld utfordringar som bransjen allereie er kjent med. Tilleggsutfordringar vil vere at andre delar av dei fysiske installasjonane kan bli hardareråkaennde isomerest utsette i dag, og at ekstremvêrlastane kan bli større.

Lista nedanfor viser moglege konsekvensar av klimaendringar.

Temperaturauke

- Mildare vintrar og varmare somrar vil kunne jamne ut energiforbruket over året i forhold til i dag.
- Fare for auka frekvens av fryse-/tinevekslinger kan gi større problem med frostspredding i dei delane av landet som i dag har eit stabilt vinterklima.
- Ising/snø på linjer i delar av landet som i dag ikkje har dette problemet.
- Høg temperatur (varme sommardagar) fører til at metallet i linjene utvidar seg, og til at vi får eit såkalla linjesig. Linjene kjem då lågare og kan komme i berøring med vegetasjonen.

- Høgare temperatur og lengre vekstseseong kan gi større tilvekst i kraftlinjetraseane og føre til større utfordringar knytt til vegetasjon og linjer.
- Høgare sommartemperatur i framtida kan saman med vegetasjonstilvekst føre til fleire avbrot og forårsake skogbrannar med skadepotensial for kraftanlegg.
- Auka sarr- og isdanning i inntaka, særleg ved småkraftverk som er utan regulering. Problemet vil kunne oppstå på andre stader enn tidlegare.

Nedbør og skred

- Meir nedbør vil gi auka tilsig og dermed større produksjonspotensial.

- Høgare luftfukt og meir nedbør vil gi større forvitring på betong- og steinkonstruksjonar.
- Meir nedbør kan auke risikoen for flaum, overfløyming og skred. Dette kan auke risikoen for skadar på kraftanlegg, som demningar, kraftstasjonar, transformatorar og kraftlinjer. Dette kan innebere at vi vil få større behov for å bygge om dammar og flaumløp.
- Meir intens nedbør vil føre til endringar i skredfrekvens og gi skred i nye område, og dermed gjere tidlegare lite utsett infrastruktur meir utsett.

Torevêr

- Dersom frekvensen av torevêr/lyn aukar, vil vi få større problem med avbrot.

Tørke

- Tørkeperiodar kan gi større skogbrannfare, noko som kan føre til ein risiko for nettet.

Grunnforhold

- Mindre tele i bakken i område som i dag har stabil tele, kan gi svekkja stabilitet til til dømes mastepunkt og skog i stormar.
- Meir fukt og periodar med langvarig tørke kan skape rørsler i grunnen. Dette vil forårsake press på røyr og kablar i bakken, noko som igjen kan ha innverknad på livslengd og vedlikehaldsbehov på kablar og røyr.

Vind

- Dersom klimaendringa gir ei dreining av rådande vindretningar, vil dette kunne føre til utfordringar på linjestrek og bygningars som i dag ikkje er spesielt utsette for vind.
- Dersom den rådande vindretninga ved etablerte vindkraftparkar dreier seg vesentleg, vil det gi redusert produksjon.

Luftfukt

- Kombinasjonen av høgare luftfukt og høgare temperatur kan gi større problem med råte i treverk (straummaster, bygningar) samt akselerere saltkrystalliseringa i murkonstruksjonar og trevirke.

Salt og forureining

- Mogleg større problem med nedslag av salt og dermed auka risiko for overslag knytt til saltbelegg på isolatorar og gjennomføringar.

Havnivåstiging fører til høgare stormfloodnivå

- Havflaumar (stormflood, springflood) vil gi større utfordringar knytt til lågtliggjande kraftforsyningsanlegg.

Vegetasjon

- Temperatur og fukt vil gi auka vegetasjonstilvekst, noko som fører til større behov for å rydde kraftgater. Dette vil kunne verke inn på forsyningssikkerheita.
- Vegetasjonstilvekst aukar i tillegg mengda brennbart materiale og dermed skadeomfanget i samband med ein ev. skogbrann.

Samanfallande hendingar

- Kombinasjon av ulike værhendingar samtidig, som bidreg til utfall, til dømes snøfall og vind.
- Større utfordringar for reparasjonsberedskapen til kraftforsyninga når andre infrastrukturar blir råka samtidig. Ekstremvêr kan gi problem med å komme fram og dermed gi lange avbrot på grunn av vanskelige arbeidsforhold for dei som skal reparere skadar.

5.6.3. Klimamerksemde i kraftforsyninga

NVE vurderer klimapåkjeningar som ein integrert og viktig del av risikostyringa i energiselskapa. Samtidig er endra klimapåkjeningar med aktuelle tilpassingsbehov noko som vil krevje betydeleg merksam framover. Dette ikkje minst fordi planlegging og utbygging av nettforsterkingar har eit langsiktig tidsperspektiv og føreset rimeleg robustheit i forhold til endra rammevilkår.

Ei undersøking (21) i regi av NVE i 2009 stadfestar at klimatilpassing er på dagsorden hos energiselskapa. Undersøkinga viser likevel at det er variasjonar mellom selskapa, og NVE meiner at det generelt er behov for:

- å auke bevisstheita om aktuelle framtidige klimaendringar
- å kartlegge og ha oversikt over klimautfordringane, tilpassingsbehov og tilpassingstakt i eigen sektor
- å etablere eit betre samvirke mellom forvaltinga,

FoU-kompetansemiljøa og kraftforsyninga

- å forsterke NVE si oppfølging av energiselskapa sitt arbeid med eigne risikovurderingar
- å forsterke NVE si oppfølging av energiselskapa sitt arbeid med tilpassingsplanar

Desse merksemlsruda vil vere viktige føringar for NVE sitt vidare arbeid i forhold til kompetanseformidling, rådgiving og tilsyn.

5.6.4 Tilpassing til endra klima

NVE rår over ei rekke verkemiddel for å sikre at infrastrukturen til kraftforsyninga blir dimensjonert for relevante klimabelastingar. Desse verkemidla er rekna som tilstrekkelege for å sørge for at det blir teke høgd for framtidige endringar i klimaet. Grovt sett kan verkemidla delast inn i direkte regulering og tilsyn (normative verkemiddel), økonomisk regulering og informasjonsarbeid.

Innanfor den direkte reguleringa er konsesjonshandsaminga eit viktig instrument for å sikre god tilpassing. Denne er basert på fleire lover, mellom anna energilova, vassressurslova, vassdragsreguleringslova og industrikonsesjonslova.

I NVE si konsesjonshandsaming skal det takast omsyn til forsyningssikkerheit, noko som ofte òg er ei grunn tilgjeving for søknader om reinvestering og oppgradering.

Store delar av nettet blei bygd på 1960-, 1970- og 1980-talet. Levetida til anlegga tilseier at det framover er behov for store reinvesteringar og oppgraderingar. Her vil klimatilpassing bli eit sentralt tema. Kraftleidningar skal dimensjonerast for å tote venta laster i ulike typar ekstremvær. Sikker drift og vedlikehald under alle værforhold er eit anna omsyn ein søker å ta vare på under planlegginga. Val av trasé er viktig både i forhold til å redusere klimapåkjenningar og lette eigenkontroll og vedlikehald. NVE forventar at nettselskapa i tilstrekkeleg grad fokuserer på klimaundersøkingar i planlegginga si.

For å forhindre at nettselskapa utnyttar monopol-situasjonen dei er i, gir den økonomiske reguleringa bedriftsøkonomiske insentiv som skal få dei til å oppstre samfunnsøkonomisk rasjonelt. Den økonomiske reguleringa legg til grunn at nettselskapa oppfyller dei krava og vilkåra som følgjer av den direkte reguleringa. Tilsyn av nettverksemda er nødvendig for å sikre at selskapa rettar seg etter den direkte reguleringa. Brot på lover, forskrifter og konsesjonsvilkår må sanksjonerast ved hjelp av hensiktsmessige

verkemiddel. Eksempel på dette er pålegg om retting, lovbrotsgebyr, tvangsmult og politimelding. Samspelet mellom den økonomiske reguleringa og andre direkte reguleringar er særleg viktig for å gi selskapa dei rette investeringsinsentiva. Det er likevel pliktene gjennom den direkte reguleringa som i all hovudsak styrer investeringane til nettselskapa.

Nettselskapa kan ikkje late vere å gjere investeringar sjølv om dei opplever at enkelte investeringar er ulønnssame for selskapet.

Det er krevjande å ha god informasjon om alle forhold ein bør ta omsyn til ved planlegging og drift av kraftsystemet. Nettselskapa er pålagde å gjennomføre kraftsystemutgreiingar (KSU) for å betre informasjonstilgangen. Føremålet med utgreiingane er å leggje til rette for å samordne planlegginga mellom produksjon og nett, og mellom konsesjonsområda.

Eit viktig resultat av KSUane er scenarioskildringar der ein vurderer den moglege utviklinga i produksjonen, forbruksetterspurnaden og nettkapasiteten fram i tid.

Beredskapsarbeidet i kraftforsyninga er heimla i energilova, energilovforskrifta og Forskrift om beredskap i kraftforsyningen (beredskapsforskrifta). NVE har som beredskapsstyresmakt ansvaret for å samordne beredskapsplanlegginga til kraftforsyninga og leie kraftforsyninga i ekstraordinære situasjoner. Kraftforsyninga skal effektivt kunne førebyggje og handtere ulike typar krisesituasjonar. I dette ligg det at det så langt som mogleg skal kunne oppretthaldast normal kraftforsyning, og at skadar på liv, helse og eigedom skal unngåast. For å oppnå dette skal dei ulike einingane i kraftforsyninga i tillegg drive førebyggjande verksemd i form av mellom anna nødvendig beredskapsplanlegging og gjennomføring av sikringstiltak for å redusere sannsynet og/eller konsekvensen av moglege hendingar. Verkeområdet til energilova i forhold til kraftforsyninga omfattar både naturgitt skade, teknisk svikt og bevisst skadeverk.

Ifølgje energilovforskrifta, er det eit vilkår for konsejon 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. Tilnærma same krav gjeld for dei som har konsesjon for fjernvarmeanlegg.

Ut frå kjende klimautfordringar, verkar det som at krav og forventingar som er nedfelte i lover og for-



skrifter, gir tilfredsstillande heimelsgrunnlag for å tilpasse sektoren kontinuerleg. For NVE som tilsynsstyresmakt vil det vere viktig å sørge for at bransjen set seg inn i og følgjer regelverket. NVE si tilsynsverksemeld er aukande, og det blir lagt større og større vekt på klimatilpassing.

5.6.5. Innverknad på NVE sine forvaltingsområde

NVE ser i utgangspunktet ikkje at det er nødvendig med nye juridiske verkemiddel utover dei som alle reie er teke i bruk. Det mest sentrale er å skaffe til vegar god nok kunnskap om venta klimaendringar for å kunne utforme krav i konsesjonsprosessar og andre samanhengar. NVE stiller allereie i dag strenge krav til konsekvensutgreiingar, men vil auke fokuset på klimaendringar i forhold til konsesjonssøknader, konsekvensutgreiingar og kraftsystemutgreiingar.

Investeringskostnadene ved å bygge kraftforsyningasanlegg er høge, og det å gjøre bygningstekniske eller arealmessige endringar i ettertid kan vere både vanskeleg og kostnadskrevjande. Ein bør difor vurdere behova for tilpassing allereie i planfasen. Klimatilpassing inneber å måtte ta høgd for usikkerheit, og det vil vere viktig at vurderingar rundt aktuelle klimaendringar blir innarbeidde i alle planar, prosesser og vurderingar av fysiske anlegg som på kortare eller lengre sikt kan bli påverka av eit endra klima.

Å vidareutvikle tekniske normer for anlegg vil òg stå sentralt. På enkelte område er det etablert normkomi-

téar (standardiseringskomitéar) som skal utarbeide sikkerheitskrav for ulike komponentar og konstruksjonar. Som styresmakt må NVE sikre at styresmakkrava blir godt dekte innanfor desse normene.

5.7 Energietterspurnad

5.7.1 Forvaltingsområde

NVE skal ha god innsikt i utviklinga av energibruk og faktorar som verkar inn på denne. Dette inneber å vidareutvikle og oppdatere statistikk for stasjonær energibruk og bistå i utviklinga av verkemiddel.

5.7.2 Relevante klimaendringar

I forhold til NVE sine forvaltingsoppgåver innan energibruk, vil klimaendringar som gir endringar i energibruk vere viktige:

- høgare temperatur om vinteren (oppvarmingssesongen)
- høgare temperatur om sommaren (kjølesesongen)
- mogleg auka vind
- meir nedbør
- meir solinnstråling

5.7.3 Endring i energibruken

Endringar i klimaet kan bidra til at ulike delar av energibruken blir endra. Ved endringar i utetemperaturen er det først og fremst den temperaturavhengige delen av energibruken som vil bli endra. Dersom klimaendringane fører til meir vind, nedbør og meir

skyer, kan også dette ha innverknad på krava til bygningar og større behov for belysning. Bruk av meir og kraftigare materialar kan innebere auka bruk av energi til produksjon av byggjematerialar og eit raskare vedlikehaldsbehov enn det vi har under dagens forhold. Større innverknad frå vind vil auke varmegjennomgangen i bygningskonstruksjonane, og dette vil saman med ein endra temperaturdifferanse inne/ute verke inn på energibruken.

Når utetemperaturen stig, blir oppvarmingssesongen kortare og differansen mellom komforttemperaturen inne og temperaturen ute blir mindre. Dette fører til at energibehovet for å halde komforttemperaturen inne ved lag blir redusert. Om sommaren vil truleg behovet for komfortkjøling auke fordi vi vil få fleire timer med romtemperatur over forskriftskrava. Dette gjer at energibruken i bygga vil bli redusert i oppvarmingssesongen og auka i den varme årstida.

Meir bruk av kjoleanlegg i bygg kan føre til at romlufta blir tørrare. Dette kan vere ønskjeleg dersom fukta i utelufta aukar ved eit endra klima. På den andre sida kan dette bidra til å auke energibruken, fordi det vil vere to grunnar til å auke bruken av energi til kjøling - høgare temperaturlaster og større behov for avfuktning.

For å kunne følgje opp forvaltingsansvaret vårt innanfor energibruk er det viktig at vi forstår kva for innverknader klimaet har på energibruken.

Som eit eksempel på endring i energibruk som eit resultat av endra utetemperaturar, har vi gjort ei enkel framskriving av energibruk i bygningar.

Vi treng meir detaljert kompetanse om kva som verkar inn på energibruken for å kunne gjere denne typen framskrivingar.

Vi har lagt desse føresetnadene til grunn for framskrivningane:

1. Utetemperaturane aukar.
2. Temperaturforskjellane mellom sommar og vinter blir mindre.
3. Oppvarmingssesongen blir kortare, og kjølesesongen blir lengre.
4. Reduksjonen i oppvarmingsdelen av energibruken er større enn auken i kjøledelen. Dette er ein usikker hypotese, men ut frå hypotesen at temperaturforskjellen mellom vinter og sommar blir mindre, og at delar av kjølebehovet kan reduserast ved avskjerming som ikkje bidreg til større energibruk, er dette eit



mogleg resultat.

5. Vi føreset at ein reduksjon på 1 °C i forskjellen mellom årsmiddeltemperatur utandørs og inne i bygg vil kunne redusere energibehovet med 2 %, og at ein reduksjon i forskjellen på 2 eller 3 °C vil kunne redusere energibehovet med respektive 5 % og 7 %.

5.7.4 Endring i energibruk i 2030, eksemplifisert

I tabellen nedanfor viser vi berekningar for endringer i energibehov i 2030, med respektive 2 %, 5 % og 7 % endring i oppvarmingsbehov og kjølebehov. Utrekningane er gjort med bakgrunn i energipostane i TEK97 og TEK07. Auke i utetemperatur fører til mindre oppvarmingsbehov og større kjølebehov. Ettersom postar til oppvarming er relativt større enn postar til kjøling, vil oppvarmingsbehovet bli redusert meir enn kjølebehovet aukar.

Analysen vurderer ikkje kva for energikjelder og -bærarar energibehovet blir dekt opp av. Verknadsgader er dermed ikkje teke omsyn til.

Energipostane i TEK07 som endra i framskrivningane er:

- Oppvarming: Oppvarming av ventilasjonsluft og -romoppvarming er redusert med respektive 2 %, 5 % og 7 %.
- Kjøling: Kjølebatteri er auka med respektive 2 %, 5 % og 7 %. Posten romkjøling er sett til null. I busstader er det dessutan ikkje energirammer for kjølebatteri, og denne er difor sett til null.

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

Boliger GWh/år	Endring i energibehov			Boliger GWh/år	Oppvarming -5% Kjøling +20 %
	2%	5%	7%		
Kjølebatterier	0	0	0	Kjølebatterier	486
Oppvarming gjennom ventilasjon	-24	-60	-84	Oppvarming gjennom ventilasjon	-112
Romoppvarming	-375	-938	-1313	Romoppvarming	-519
Sum	-399	-996	-1397	Sum	-145

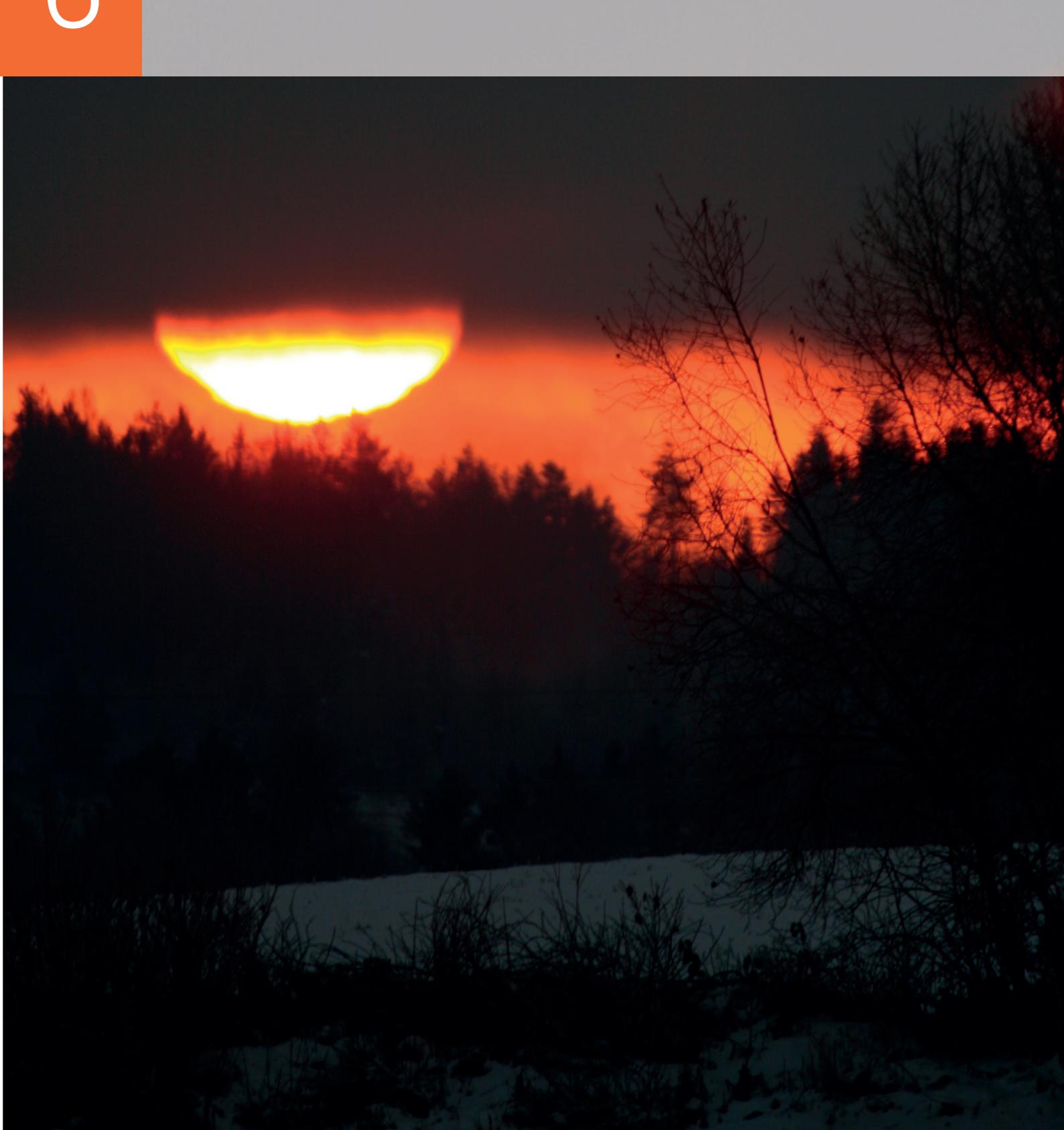
Næringsbygg GWh/år	Endring i energibehov			Næringsbygg GWh/år	Oppvarming -5% Kjøling +20 %
	2%	5%	7%		
Kjølebatterier	49	121	170	Kjølebatterier	0
Oppvarming gjennom ventilasjon	-45	-112	-157	Oppvarming gjennom ventilasjon	-60
Romoppvarming	-208	-519	-727	Romoppvarming	-938
Sum	-204	-509	-713	Sum	-998

I framskrivingane er det teke høgd for at energipostane er forskjellege for nybygg, rehabiliterete bygg og eksisterande byggmasse. Nybygg er framskrivne med energipostar lik TEK07, eksisterande bygg med energipostar lik TEK97, mens rehabiliterete bygg er framskrivne med energipostar mellom TEK07 og TEK97. Arealet for nybygg og rehabiliterete bygg er relativt aukande, mens areal for eksisterande byggmasse er relativt fallande.

Tabellen viser til dømes at ei endring på 5 % i oppvarmingsbehov og kjølebehov gjer at energibehovet i 2030 fell med ca. 500 GWh for næringsbygg og 1 TWh for bustader.

6

Strategi for klimatilpassing



NVE har fire hovudmål:

- Ta vare på miljø- og brukarinteresser i vassdrag
- Ta vare på sikkerheit og beredskap i kraftforsyninga og sikre samfunnet mot skred og vassdragsulykker
- Fremje verdiskaping gjennom effektiv og miljømessig akseptabel energiproduksjon
- Fremje effektiv og sikker overføring og omsetning av energi og effektiv energibruk

NVE har ansvar for å kartlegge konsekvensane av klimaendringane for sine ansvarsområde og sørge for nødvendige tilpassingar. Endringar i klimaet fører til behov for ei fortløpende klimatilpassing for å unngå uønskte hendingar som kan føre til fare for tap av menneskeliv og materielle skadar, og som kan ramme viktig infrastruktur og samfunnsfunksjonar. Tilpassinga må mellom anna fokusere på god nok sikkerheit og beredskap innanfor kraftforsyninga og å bidra til å førebyggje skadar som følgje av naturhendingar som flaum og skred.

Klimatilpassing kan vere fysiske tiltak, men òg det å skaffe kunnskap om klimaendringar. Klimatilpassing inneber å ta høgd for ei usikker framtid. Leiring under usikkerheit vil vere noko som pregar NVE og aktørane innan NVE sine forvaltingsområde. Rasjonelle tiltak må innarbeidast i planar og prosessar som på kortare eller lengre sikt kan bli påverka av eit endra klima.

6.1 Dynamisk tilpassingsstrategi

Klimaendringane vil komme med ulik fart og gi forskjellig utslag i ulike delar av landet. Biletet av korleis dette vil verke inn på NVE sine ansvarsområde fram mot 2100, er difor komplisert. Dei avgjerslene som NVE tek, har ulik tidshorisont. Nokre vil ha verknad dei nærmaste tiåra, mens andre først vil ha verknad fram mot år 2100. Strategien for klimatilpassing må spegle denne verkelegheita, slik at NVE gjer dei rette tinga på rett tidspunkt. For å greie dette må strategien tilpassast ny kunnskap og vere dynamisk.

Ein dynamisk strategi for klimatilpassing bør bygge på desse prinsippa:

- Tiltak og avgjersler som har kort levetid, skal vurderast ut frå dagens klima.
- For tiltak og avgjersler med lang levetid skal det



vurderast om dei må utformast for å tolle klimaendringa som ein forventar kjem i løpet av levetida, eller om dei skal utformast ut frå dagens klima, men klargjort for forsterkingar/endringar dersom det blir behov for det i framtida.

- Tiltaka og avgjerslene bør vere klimarobuste, dvs. at dei bør fungere etter hensikta sjølv om klimautviklinga blir noko annleis enn ein venta.
- Klimatilpassingar som også bidreg til å oppnå mål på andre område (naturvern, flaumvern, forsyningssikkerheit osv.), er vinn-vinn-tiltak og bør prioriterast høgt.
- Klimatilpassingar som er kostnadseffektive, og som fungerer like godt eller betre med forventa klimaendringar, bør få høg priorititet.
- Kostnadskrevjande tilpassingstiltak der verknaden blir redusert av forventa klimaendringar, bør prioriterast lågt.

Ein dynamisk tilpassingsstrategi krev regelmessig oppfølging der nye klimaframskrivningar, ny kunnskap og erfaringar så langt blir oppsummert, og kurseren blir justert etter dette. Handlingsplanen (kap. 6.3) krev òg at ein regelmessig evaluerer resultata som er oppnådd, og kva slags nye tiltak som skal setjast i verk:

- Behovet for overvakning og FoU-aktivitet for å følgje med på korleis klimaendringane verkar inn på ansvarsområda våre, er gjennomgåande for alle NVE sine fagområde. Det er heilt avgjerande at ein har tilstrekkeleg fokus på dette for at ein dynamisk tilpassingsstrategi skal fungere.

- NVE si klimatilpassingsgruppe bør definerast på nytt til Fastgruppe for klimatilpassing med ansvar for å følgje opp klimatilpassingsstrategien, slik at denne er oppdatert og bidreg til ei føremålstenleg klimatilpassing innan NVE sine ansvarsområde. Arbeidet med klimatilpassing i NVE bør oppsummerast parallelt med anna årsoppsummering kvar haust og leggjast fram for DM.

Innanfor FoU treng vi kunnskap om klimaendringar og kva for effekt desse har. NVE er avhengig av at det blir utført forsking både eksternt og internt. For NVE sine forvaltingsområde vil det vere av særleg interesse å få auka kunnskapen om eventuelle endringar i vindforhold, klimaforhold som har mykje å seie for leidningsnettet (til dømes endringar i forhold relatert til islaster), endringar i ekstrem (ekstrem nedbør, flaum og tørke) og endringar i lokale hendingar av kort varigheit som kan ha alvorlege konsekvensar. Sjølv med stadig nye og betra klimaframskrivningar og hydrologiske framskrivningar, vil usikkerheita vere stor. Det er difor òg viktig med FoU-aktivitet knytt til metodar for å estimere og formidle usikkerheit og ta avgjersler under auka usikkerheit.

For å få til ei god klimatilpassing som tek i bruk forskingsresultata er det viktig å ha ein god dialog mellom forsking, forvalting og kraftbransjen, slik at ny kunnskap blir teke i bruk.

6.2 Overordna mål og tiltak i arbeidet med klimatilpassing

NVE skal i arbeidet med klimatilpassing ha spesielt stort fokus på dei av NVE sine forvaltingsområde der ein ventar at klimaendringar vil få særleg alvorlege konsekvensar. Dette kan mellom anna dreie seg om å endre krav til vedlikehald, modernisering, sikkerheit og beredskap i kraftforsyninga. Det kan òg omfatte damsikkerheit, bistand til flaum- og skredsikring samt å sikre god arealbruk som førebyggjer fare. NVE vil auke kunnskapen om hydrologi og klima gjennom å formidle måleresultat og analysar samt leggje til rette for bruk av hydrologiske data i ulike fagmiljø.

1. Høg fagleg kompetanse

NVE er avhengig av høg kompetanse og fagleg integritet/tillit for å oppnå ønskt klimatilpassing.

- Vi skal arbeide målbevisst med å lære opp og vidareutdanne medarbeidarane våre for at dei skal vere fag-

leg oppdaterte på verknadene av og tilpassingane til eit endra klima.

- Vi skal opprette kontakt og samarbeid med relevante institusjonar i og utanfor Noreg for å dele kunnskip om klimaendringar og tilpassingsbehov.

2. Kartleggje og ha oversikt

NVE skal kartleggje tilpassingsbehov og tilpassingtakta hos målgrupper innan NVE sine forvaltingsområde.

- Vi skal kartleggje aktuelle klimautfordringar innan energi-, skred- og vassdragsområdet i samarbeid med forskinga, aktørar og andre styresmakter.

- Vi skal fastsetje konkrete milestolpar for å sikre god nok framdrift i arbeidet med klimatilpassing.

3. Sikre tilstrekkeleg bevisstheit

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

- Vi skal formidle kunnskap om klimaendringar og tilpassingsbehov til alle målgruppene.

- Vi skal sørge for at alle innanfor NVE sitt forvaltingsansvar er kjent med NVE si vurdering av det aktuelle klimatilpassingsbehovet.

- Vi skal overvake klimatilpassingstakta og bevisstheitsnivået hos NVE sine målgrupper innan klimatilpassing.

4. Krav og tilsyn

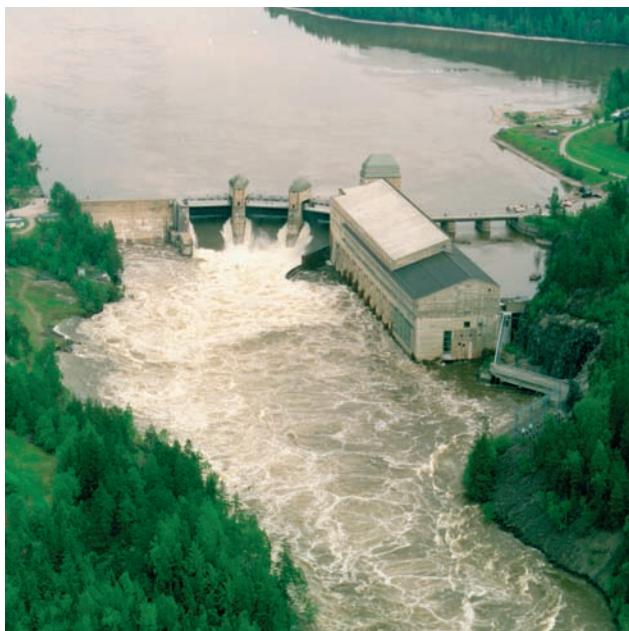
NVE skal formidle krav knytt til klimatilpassing og føre tilsyn med at fastsette konsesjonsvilkår, sikkerheits- og beredskapskrav blir følgde.

- Vi skal formidle tydelege krav og forventingar til klimatilpassing gjennom krav til konsesjonar, planar, sikkerheitsvurderingar og høyringar mv. på alle forvaltingsområda våre.

5. Analyse, rettleiing og bistand

NVE skal arbeide systematisk for å bidra til at verksamheten innan forvaltingsområda skal vere i stand til å førebygge og handtere ekstraordinære påkjenningar knytt til klimaendringar.

- Vi skal fortløpende analysere ny kunnskap om klimaendringar og kva dette kan ha å seie innan forvaltingsområda våre.



- ▶ Vi skal gjennom rettleiing bidra til å betre tilpassingsevna hos NVE sine målgrupper (kommunar, fylkeskommunar, fylkesmenn, verksemder i kraftforsyninga mv.).

6. Dialog og samvirke

NVE skal ta initiativ og vere ein bidragsytar innanfor beredskapssamarbeidet.

- ▶ Vi skal hjelpe til med å bygge nettverk og både gi og få råd frå brukarane våre, forskinga og andre kompetansemiljø.

- ▶ Vi skal søkje å samarbeide med andre relevante sektorstyresmakter i klimatilpassingsarbeidet.

6.3 Handlingsplan og FoU-behov innan forvaltingsområda

I dette kapitlet gir vi ei oversikt over konkrete tiltak innan klimatilpassing samt FoU-behov sortert etter NVE sine ansvarsområde.

Tiltak Kartlegging	Ansvar	Tidsfrist
NVE vil prioritere bistand til kartlegging av område med høgst risiko, der det også blir teke omsyn til forventa utslag av klimaendringar.	SVK	Fortløpende
Der regionale klimaframskrivningar gir ein forventa auke i 200-årsflaum på meir enn 20 % dei neste 20–100 åra, skal ein opplyse om dei framtidige nivåa på flaumsonekart. Dette gjeld både for nye og for ajourførte kart. For flaumsonekart som omfattar utløp i sjø, skal ein i tillegg vise 200-års stormflod i 2100, med havstiging som skildra i Havnivåstigningsrapporten frå DSB (revidert 2009).	SVK	Fortløpende
NVE vil utarbeide retningslinjer for kartlegging av flaumfare i bratte, masseførande vassdrag der faren for skade er stor.	SVK	Kort sikt (2012)

I tabellane har vi brukt desse omgrepene:

- Fortløpende – Tilpassinga som er skildra, er innarbeidd /er i ferd med å bli innarbeidd i sakshandsaminga.
- Kort sikt – Tilpassinga som er skildra, blir sett i verk i løpet av strategiperioden (2010–14). Årstal for ferdigstilling/iverksetting blir oppgitt dersom det er kjent.
- Lang sikt – Tilpassinga som er skildra, vil truleg først bli sett i verk etter 2014.

Der hovudansvar er fordelt, er dette vist med feit skrift under "Ansvar".

6.3.1 Handtering av skred- og flaumrisiko

NVE skal basere handteringen av skred- og flaumrisiko på oppdatert kunnskap om klima og klimaendringar. Det er viktig med eit nært samarbeid mellom forsking og forvalting. Prinsippa i EU sitt flaumdirektiv blir lagde til grunn for korleis flaumrisikoen blir handtert.

Klimatilpassingane skal integrerast i dei ulike arbeidsområda knytt til handtering av skred- og flaumrisiko.

- For råd/krav/tiltak med kort tidshorisont (10–20 år) blir praksisen med å basere seg på historiske klimadata helde ved lag.
- For råd/krav/tiltak med middels lang (20–50 år) eller lang (50–100 år) tidshorisont må ein vurdere og eventuelt setje i verk tilpassing til lokale klimaframskrivningar.

Kartlegging

Aktsemdeskart for flaum og skred skal ta høgd for klimaendringane.

I arbeidet med kartlegging av flaumfare skal det leggjast større vekt på flaum i småvassdrag, med særleg vekt på bratte, masseførande vassdrag med stort skadepotensial.

NVE skal hjelpe til med å utarbeide retningslinjer for kartlegging av kritiske kulvertar/bruer/flaumverk i mindre vassdrag og bekker med stort skadepotensial.

Arealplanlegging

Arealplanlegging som tek omsyn til klimaendringar, er det viktigaste verkemidlet for å redusere faren for

tap og skader ved naturulykker. Gjennom rettleiing, deltaking i regionale og lokale planfora, regional statleg samordning og utsegner og motsegner til dei enkelte planane skal NVE bidra til at omsynet til eit endra klima og effekten på flaum og skred blir teke vare på i arealplanlegginga.

Tiltak Arealplanlegging	Ansvar	Tidsfrist
Der regionale klimaframkrivingar gir ein auke i 200-årsflaumen på meir enn 20 % dei neste 20–100 åra, skal klimaframkrivingane leggjast til grunn ved utgreiing av flaumvasstand og krav til flaumsikker utbygging. NVE formidlar krav til utgreiing og følgjer opp dette i høyringa av planar.	SVA	Fortløpende
For areal som er utsette for flaum frå elv og sjø, skal i tillegg 200-års stormflood i 2100 leggjast til grunn som sikkerheitsnivå ved ny utbygging, med havstiging som skildra i Havnivåstigningsrapporten frå DSB (revidert 2009).	SVA	Fortløpende
Forvaltingspraksisen skal forløpende tilpassast den beste kunnskapen om skred og klima.	SVA	Fortløpende
NVE skal vie flaumar i små vassdrag særlig merksem i arealplanarbeidet. Ved utvikling av areal mot små vassdrag/bekker må kritiske kulvertar/bruer kartleggjast og alternative flaumvegar vurderast i arealplanarbeidet.	SVA	Fortløpende
NVE skal bidra til at forvaltingsplanane i EU sitt vassdirektiv tek omsyn til klimaendringar når det blir fastsett tiltak for å nå miljømåla. Tiltaka må vere klimarobuste og ikkje bidra negativt i forhold til verknadene av framtidige klimaendringar.	SVA	Fortløpende
NVE skal bidra til at kunnskap om effektane av klimaendringar som kjem fram i arbeidet med flaumdirektivet, også kan brukast i arbeidet med vassdirektivet.	SVA	Fortløpende

Handtering av overvatn og havnivåstiging er to tema som ikkje har nokon klart definert ansvarleg statleg etat. NVE tek omsyn til eit høgare stormfloodnivå i handsaminga av arealplanar i munningsområde.

Sikring

Fleire flaum- og skredhendingar i område med stort skadepotensial og flaum- og skredhendingar på sta-

der der det tidlegare ikkje har vore skadar, kan føre til auka behov for sikring.

Eit endra risikobilete som følgje av klimautviklinga kan føre til at NVE må prioritere sikring mot skred, og mot flaumar i små vassdrag med stort skadepotensial. Dersom løvyingane til sikringstiltak ikkje blir auka, vil dette føre til redusert innsats når det gjeld

Tiltak Sikring	Ansvar	Tidsfrist
NVE vil prioritere sikring mot skred og flommer i små, masseførende vassdrag med stort skadepotensial, og legge særleg vekt på trygghet for menneskeliv	SVA	Fortløpende
I område der regionale klimaframkrivingar viser ein auke i flaumtoppen (200-årsflaum) på meir enn 20 % dei neste 20–100 åra, og/eller for strekningar med utløp i sjø, skal dimensjonering av sikringstiltak og nytte-kost-vurderingane leggje denne informasjonen til grunn. For desse områda bør klimaendringane leggjast inn som eit vurderingskriterium ved tilsyn av eksisterande sikringsanlegg.	SVA	Fortløpende

Tiltak Beredskap og krisehåndtering	Ansvar	Tidsfrist
Beredskapsplanlegginga skal byggje på analysar av risiko, sårbarheit og klimaendringar. Beredskapsplanlegginga skal vere ein løpende prosess og synleggjere mellom anna årsaks- og konsekvensreduserande tiltak.	SV	Fortløpende
NVE skal ta initiativ og delta i øvingar der eigen organisasjon skal øvas på flaum-/skredhendingar som kjem av ekstremver i eit endra klima.	EB/SV/HV	Fortløpende

Tiltak Beredskap og kriehåndtering FoU	Ansvar	Tidsfrist
NVE skal delta i arbeid for å skaffe meir kunnskap om skredtypar og korleis klimaparametrane verkar inn på desse.	SKF	Fortlopande
Eit endra klima skal takast med i vurderingane i NVE si metodeutvikling for kartlegging av lausmasseskred.	SVK	Fortlopande
Greie ut kva for verknad klimaendringane har på flaumekstrema. Kvar vil 200-årsflaumen bli større? Korleis er den regionale fordelinga og fordelinga mellom store og små felt?	HM	Kort sikt (2012)
Innarbeide resultata frå CostAction-prosjektet (4-årig europeisk prosjekt for mellom anna å sjå på metodar for flaumberekning der det blir teke omsyn til klimaendringar) som ein del av NVE sitt klimatilpassingsarbeid.	HM/HV	Kort sikt (2014)

sikringstiltak i større vassdrag der flaumane ikkje blir endra i særleg grad, og der flaumane sjeldan utgjer nokon fare for tap av menneskeliv. Ein føresetnad er at vurderinga av nytte/kost og risiko viser at tiltaka i dei mindre vassdraga og tiltaka mot skred kjem best ut.

storleiken blir rett, er at ein har rette og oppdaterte flaumberekningar. Det er difor sett i gang eit FoU-prosjekt på dette, "Studie av klimaendringers virkning på dimensjonerende flom og sikkerhet mot dambrudd", i regi av Hydrologisk avdeling, Meteorologisk Institutt og NTNU er samarbeidspartnalar.

6.3.2 Damsikkerheit

Klimapåkjenningar er eit vesentleg element innan damsikkerheit. NVE skal difor bruke oppdatert kunnskap om klima og klimaendringar i arbeidet med damsikkerheit. Ut frå punkt 5.2.3–5.2.5 i rapporten er det med ulik tidshorisont behov for å ha ei aktiv haldning til dei ulike problemstillingane som blir reiste. Flaum er ein avgjerande last for dimensjonering og kontroll av damsikkerheit. Ein føresetnad for at last-

Ein annan klimaavhengig last som dammar skal dimensjonerast og kontrollerast for, er istrykk. Kunnskapen på dette området er avgrensa, og det er difor behov for FoU-verksemd. Det er nødvendig både med kunnskap om storleiken på det maksimale istrykket og eventuelle skilnader mellom geografiske område og endringar i forhold til desse pga. klimaendringane. NVE må gjennomføre ei generell kartlegging/ein

Tiltak Damsikkerheit	Ansvar	Tidsfrist
Gjennomføre ei generell kartlegging / ein generell analyse av kva for damtypar/dammar som er mest sårbar for klimaendringar.	KD	Kort sikt
Ta hand om informasjonsansvaret for klimaendringseffekta på damsikkerheit gjennom etablerte informasjonskanalar som Produksjonsteknisk konferanse (PTK), Vassdragsteknisk forum (VTF) og informasjonsskriv.	KD	Fortlopande
Informere i eigna media om at sikkerheitskrava til dammar i regelverket tek omsyn til klimaendringseffektane, at NVE følgjer opp desse krava, og at damsikkerheten dermed blir teke hand om.	KD	Fortlopande
Følgje opp at dameigarane i deira beredskapsplanar tek høgd for klimaendringar.	KD	Fortlopande
Ha særleg fokus på framdrifta og innhaldet i revurderingane i dei regionane klimaframskrivningane viser større flaumar.	KD	Fortlopande
Greie ut konsekvensen av mogleg auka sannsyn for at straumforsyninga til lukemanøvrering og kontroll- og overvakingssystem fell ut.	KD/EB	Lang sikt
Greie ut konsekvensen av mogleg auka sannsyn for at flaumløp blir tilstoppa, både i forhold til drivgods og pakking med snø/is.	KD	Lang sikt
Vurdere behov for å skjerpe lastkrav / revidere retningslinjer.	KD	Lang sikt
Greie ut konsekvensen av moglege endringar av vind-/bølgjelast.	KD	Lang sikt
Vurdere behov for å revidere forskrifter.	KD	Lang sikt

generell analyse av kva for geografiske område, damtypar/dammar og flaumløp som er mest sårbar, for å kunne prioritere tilsynsarbeidet.

NVE må følgje med på forskjellen i regionale klimaframskrivningar. I dei regionane der klimaframskrivningane viser større flaumar, må ein ha særleg fokus på at framdrifta i revurderingane oppfyller krava kvart 15. år for dammar i klasse 2, 3 og 4, og kvart 20. år for klasse 1.

NVE må også ha fokus på at dameigarane i deira beredskapsplanar tek høgd for klimaendringar som vil kunne stille større krav til beredskapen (regionale skilnader).

NVE sitt informasjonsansvar for damsikkerheit innebefatter å gjøre dameigarane bevisste på klimaendringseffektane og korleis desse blir teknisk vare på i krava i regelverket. Dette vil bli teke hand om gjennom etablerte informasjonskanalar som Produksjonsteknisk konferanse (PTK), Vassdragsteknisk forum (VTF) og in-

Tiltak Damsikkerheit FoU	Ansvar	Tidsfrist
Gjennomføre ein studie av kva verknad klimaendringane har på dimensjonerande flaum, og sikring mot dambrot.	KD/HM	Kort sikt
Greie ut kva effekt forventa klimaendringar har på storleiken på dimensjonerande flaum i forhold til oppgitt usikkerheit (klasse) i flaumberegninga.	KD/HV	Kort sikt
Gjennomføre ein studie av storleiken på istrykket og geografiske skilnader.	KD	Kort sikt
Gjennomføre ein studie av skredgenererte bølgjer, videreføre skredprosjekt for å finne eigna beregningsmodellar for bølgjeforplanting og bølgjeoppskutting på dammar etter skred inn i magasin.	KD	Kort sikt

formasjonsskriv. Når damsikkerheit og klima er tema i media, må NVE i sine bidrag her informere om at sikkerheitskrava til dammar i regelverket tek omsyn til klimaendringseffektane, at NVE følger opp desse krava, og at damsikkerheten dermed blir teken vare på.

6.3.3 Vassdragskonsesjonar

Konsesjonshandsaming av nye vasskraftanlegg samt fornying av tidlegare konsesjonar kan utnyttast som sentrale verkemiddel for å tilpasse anlegga og vassdragsdrifta til klimaendringane. Det verkar som dette i hovudsak kan gjennomførast innanfor rammene

av det eksisterande lovgrunnlaget og forvaltingspraksisen.

I samband med vassdragsdrift og vasskraftkonsejonar vil det vere nødvendig å avvege omsynet til alle viktige interesser. Dersom ein senkar vasstanden i magasin for å sikre tilstrekkeleg bufferkapasitet for flaumvatn, kan dette til dømes komme i konflikt med landskapsinteresser, friluftsliv og båtferdsel. Tiltak mot erosjon kan komme i konflikt med kulturmiljø og gi uønskte miljøverknader. Dette kan føre til målkonflikter som må vurderast i kvar enkelt

Tiltak Vassdragskonsesjoner	Ansvar	Tidsfrist
Ta i bruk eksisterande verkemiddel i vassdragslovgivinga for å redusere eller førebygge risiko eller skadar som følge av klimaendringane.	KV/KI	Fortlopende
"Standardvilkåra" skal leggjast til grunn ved nye konsesjonar, fornying av tidlegare konsesjonar, og ved revisjon av konsesjonsvilkår. Magasinrestriksjonar og andre aktuelle tiltak for å redusere flaumfare, erosjon mv. skal vurderast ved behov. Tiltaka må samtidig avvegast i forhold til andre omsyn dersom det oppstår målkonflikter.	KV/KI	Fortlopende
Vidarefore og eventuelt justere klimarelaterete tema ved revisjon av "Veileder om konsesjonsbehandling av vannkraftsaker – 1/98".	KV/KI/ER	Kort sikt (2010)
Innarbeide ny kunnskap om verknader av klimaendringane ved å oppdatere retningslinjer, faglege rettleiarar og prosedyreskildringar (KS-systemet).	KV/KI	Kort sikt (2010)
Innarbeide aktuelle klimarelaterete tema i forslag til "Retningslinjer for revisjon av konsesjonsvilkår". Retningslinjene vil bli utgitt av OED.	KV	Kort sikt (2010)

sak. Kostnadseffektiviteten til tiltaka vil alltid måtte vurderast.

6.3.4 Energikonsesjonar

Kraftleidningar

Ut frå det at vi i framtida kan vente oss eit våtare og varmare klima med ei endra snøfordeling, bør det leggjast større vekt på å undersøkje og unngå trasear ein trur vil vere rasutsette og vårutsette. Dagens kunnskapar om moglege endringar i vindstyrke tilseier neppe umiddelbare tiltak innan dimensjonering av

master o.a. Men dersom ein klarar å oppnå sikkre kunnskapar om auka maksimalvind, vil også slike tiltak vere aktuelle.

Vindkraftverk

Det verkar foreløpig ikkje som det er grunnlag for å gjennomføre større tiltak innan planlegging av lokalisering eller produksjon av vindturbinar. Det er òg vanskeleg å konkludere om klimaendringane er ein fordel eller ei ulempe for den framtidige vindkraftproduksjonen. Auka kunnskap om komande klimaendringar vil vere ein viktig faktor som vindkraft-

Tiltak Energikonsesjonar	Ansvar	Tidsfrist
Innarbeide klimarelaterete tema ved revisjon av rettleiar for konsesjonssaker for nett.	KN/EN	Kort sikt
Innarbeide klimarelaterete tema ved revisjon av rettleiarar for konsesjonssaker for energiproduksjonsanlegg.	KE/EE/ER	Kort sikt
Tiltak Miljøtilsyn	Ansvar	Tidsfrist
Større fokus på klimarelaterete tema ved revisjon av konsesjonærar sitt eige internkontrollsysteem (erosjonsfare, gjengroing, sjekk av terskla mm.).	KM	Fortlopende
Fullføre rettleiar for rydding og pleie av vegetasjon i kraftleidningsgater.	KM	Kort sikt (2010)
Undersøkje/samanlikne metodar for å førebyggje erosjon og rasfare ved nye vassdragsanlegg (rask etablering av vegetasjon og andre erosjonshindrande tiltak).	KM	Kort sikt (2012)
Innarbeide aktuelle klimarelaterete tema ved revisjon av rettleiaren "Miljøtilsyn ved vassdragsanlegg" 2/2005.	KM	Kort sikt

utbyggjarar, teknologiprodusentar og styresmakter må ta omsyn til. Innsamling av vinddata og betre vindberekingar er allereie eit høgt prioritert utgreiingsområde innan vindkraft.

6.3.5 Miljøtilsyn

Klimatilpassing av vassdragsanlegg skjer i hovudsak gjennom konsesjonshandsaminga. Miljøtilsyn på anlegga skjer i samsvar med dei klimatilpassa rammene som konsesjonshandsaminga har sett.

Det vil bli teke initiativ til nødvendige utgreiingar med fokus på effektane av klimaendringane på energisektoren som heilskap. Dette omfattar risiko- og sårbarheitsvurderingar og forsking på moglege direkte og indirekte konsekvensar for kraftforsyninga. Utgreiingane vil bli gjort i samarbeid med forvalting, forsking og bransjen for å innhente kunnskap om tilpassingsbehov, gi råd og formidle forventingar til kraftsektoren.

6.3.6 Energiforsyning

NVE har behov for betre kunnskap om klimaet i framtida og korleis dette kan verke inn på kraftforsyninga.

Dette arbeidet vil mellom anna fokusere på tydelegare krav til å greie ut dei moglege effektane av klimaendringar og ta omsyn til dette gjennom konsesjonsprosessar, konsekvensutgreiingar og i kraftsystem-

Tiltak Energiforsyning	Ansvar	Tidsfrist
Innarbeide klimarelaterete tema i rettleiar for Kraftsystemutgreiingar.	EN	Kort sikt (2011)
Innarbeide klimarelaterete tema ved revisjon av rettleiarar for konsesjonssaker for energiproduksjonsanlegg.	K/EE/ER	Kort sikt
Sikre bevistgjering og rettleiing om tilpassing til forventa klimaendringar innanfor energisektoren (Kraftforsyning og energietterspurnad).	EN, ER, EB, EE	Lang sikt

utgreiingar. Det vil òg vere viktig å formidle krav i regelverk og bruke tilsynet til å bevisstgjere om kva forventingar styresmaktene har til klimatilpassing på eksisterande og nye anlegg.

Reparasjonsberedskapen til selskapa må følgjast opp, og det må oppretta beredskapssamarbeid med andre sektorar.

Det er òg behov for å vurdere risikoen og sårbarheita til kraftforsyninga i forhold til ei rekke tema, mellom anna lyn, flaum, stormflod, ising, skogrydding og skred. Regionale klimautfordringar børgjerast synlege i den grad dette er mogleg.

6.3.7 Hydrologi

Innan NVE sine forvaltingsområde trengst det meir

kunnskap om korleis eventuelle endringar i hydrologiske regime vil gi endra avrenningsforhold, energitilsig og endringar i lokale hendingar av kort varigheit som kan få alvorlege konsekvensar. Sjølv med stadig nye og betra klimaframkrivingar og hydrologiske framkrivingar, vil usikkerheita vere stor. Det er difor òg viktig med FoU-aktivitet knytt til metodar for å estimere og formidle usikkerheit samt å ta avgjersler under auka usikkerheit.

Forskinga skal bidra med vitskapleg kunnskap og vere eit utgangspunkt for ulike samfunnsaktørar som treng denne kunnskapen til informasjon, analysar og i avgjersleprosessar. Det må òg vere fokus på framtidig behov for forsking innanfor vårt forvaltingsområde. NVE skal delta i eit internasjonalt forskingsamarbeid for å bidra til at vi får ei betre forståing

Tiltak Energiforsyning FoU	Ansvar	Tidsfrist
Betre datagrunnlag for energibruk – nødvendig grunnlag for å kunne gjennomføre gode analysar og setje i verk treffsikre verkemiddel i forhold til endra energibruksmønster.	EE, EA	Kort sikt
Betre datagrunnlag for korleis klimaendringane vil verke inn på dimensjonering og vurdering av behov for nye overføringssamband innanlands og til utlandet.	EN	Kort sikt
Betre datagrunnlag for korleis klimaendringane vil verke inn på dagens energisystem og ressursgrunnlaget for vatn, vind og bioenergi.	ER	Kort sikt
Analysar for å vurdere kva innverknad klimaendringar har på framtidig kraftproduksjon.	ER, EA	Kort sikt
Analysar for å vurdere kva innverknad klimaendringar har på framtidig energipotensial: vatn, vind, bioenergi.	ER	Kort sikt
Kartleggje den moglege effekten av klimaendringane på lynfrekvens og kva for område som vil vere mest utsette.	EB, EN	Kort sikt
Kartleggje korleis havnivåstiging og stormflod vil verke inn på kraftinstallasjonar.	EB, SVA	Kort sikt
Greie ut isingsproblematikk i forhold til kraftlinjer.	EB, EN	Kort sikt
Vurdere framtidig skogrydding i samband med kraftgater, vekstfart, endring av skogtype, heving av skoggrensa, breidda på ryddegater og ev. målkonfliktar knytt til skogrydding og miljø.	EB, EN, KM,	Kort sikt
Greie ut moglege konsekvensane av eit nytt flaum- og skredregime og utfordringane for kraftforsyninginstallasjonar i og ved regulerte og uregulerte vassdrag samt i skredutsatte område.	EB, SVK	Kort sikt
Vurdere merksemdsområda knytt til klimalaster, behov for å bryte ned "klimakart" til regionale/lokale kart for å få best mogleg grunnlag for å ta avgjersler.	EB, EN, KD,HG, SVK	Kort sikt
Greie ut korleis vind og vindretningar kan verke inn på kraftforsyninginstallasjonar.	EB, ER, EN, KE	Kort sikt
Kartleggje endringar i vedlikehald (saltkrystallisering, forvitring, slagregn), og om dette vil verke inn på kvar og korleis vi byggjer.	EB	Lang sikt
Vurdere samspel med andre infrastrukturområde (til dømes veg og tele) for å synleggjere sektorovergripande utfordringar som det må takast omsyn til i samfunnsplanlegginga.	EB	Lang sikt



av prosessar og eit betre datagrunnlag knytt til dei klimautfordringane vi står overfor.

Fram til i dag har det blitt forska relativt mykje på klimaendringar og å utvikle modellar for nedskalering til regionalt og lokalt nivå. Det har blitt forska noko mindre på klimaeffektar på naturen, og endå mindre på moglege klimaverknader i samfunnet. For å få til ei god klimatilpassing som tek i bruk forskningsresultata, er det behov for å utvikle metodar som kan «omsetje» desse resultata til konkrete tal til bruk til dømes i arealplanlegging og dimensjonering.

Hydrologiske prosessar, til dømes avrenning frå landoverflata, lagring avvatn som snø, is eller grunnvatn, og vekselverknaden mellom atmosfæren og landoverflata er ein del av det globale klimasystemet. Vi må skaffe kunnskap om fysiske prosessar i systemet «atmosfære-hav-land-vatn-vegetasjon» for å oppnå det rette grunnlaget for å utvikle analyseverktøy som skal skildre moglege endringar i framtida. Det er viktig å kartlegge koplingar mellom klimaet og det hydrologiske systemet, spesielt i eit lengre tidsperspektiv.

Noko av forskinga som blir utført, vil òg direkte kunne spele tilbake på klimamodellane for å betre desse.

Klimaframkrivingane gir store endringar i dei hydrologiske regima og i utbreiing og mengd av mange viktige parametrar (snømengd, bre, mark/grunnvatn, vatn i elvar, vatn i innsjøar og magasin, vatn til fjord og hav, temperatur og frost i jord og vatn). Det er difor viktig med gode observasjonar, forsking retta mot å oppdage og talfeste desse endringane samt å betre prosessforståinga og lage oppdaterte framkrivingar for heile landet. Både betre modellar og betre observasjonar er viktig.

I dei tilfella der naturfararar er knytte til hydrologiske parametrar, vil det vere naturleg å sjå på korleis desse kan endre seg som følge av klimaendringane. Dette for betre å kunne varsle, handtere og førebyggje skadar som følge av til dømes flaum, tørke, energiknapheit, skred, erosjon og frost.

NVE vil i løpet av 2010 lage ein observasjonsstrategi for overvaking av hydrologiske variablar for klima-

Tiltak Hydrologi	Ansvar	Tidsfrist
NVE skal halde stor FoU-aktivitet for å få meir kunnskap om effekten av klimaendringane på hydrologi, kryosfære og sedimenttransport/erosjon.	HM/HB/HS	Fortløpende
NVE skal peike ut viktige tidsseriar for overvaking av endringar i hydrologiske variablar. Behovet for nye målestasjonar for overvaking av effekten av klimaendringar på hydrologi, kryosfære og sedimenttransport/erosjon skal kartleggjast.	HM	Kort sikt (2010/2011)

føremål. Strategien vil definere målet med observasjonane, kva for observasjonar NVE skal ha, og korleis desse skal utførast (dvs. identifisere dagens relevante målestasjonar og målingar samt skildre ønskte målestasjonar og målingar). Målenettet vil inkludere lange, homogene tidsseriar frå aktive stasjonar. Behovet for nye målestasjonar vil òg bli definert. Strategien blir utarbeidd i samarbeid med Meteorologisk institutt, der dette er hensiktsmessig.

Hydrologiske endringar som følgje av klimaendringar blir berekna for mange føremål ved hjelp av modellar der klimaobservasjonar og klimaframskrivingar blir brukt som datagrunnlag. Dette er spesielt viktig for hydrologiske variablar der direkte observasjonar er vanskeleg å utføre med tilstrekkeleg dekning i rom og tid. Dette gjeld til dømes snødekket, massebalansen til brear og mark/grunnvatn som dekkjer store område og der romleg variasjon er vanskeleg å måle i stasjonspunkt. Det er viktig med eit tilpassa nett av målestasjonar for slike grunnlagsdata, og dette må vurderast når ein observasjonsstrategi skal definerast.

Vedlegg 1 Mandat

Mandat for NVE si klimagruppe, vedteke av DM, 5. mai 2008 (sak 76-2008).

Bakgrunn

NVE skal innanfor sine arbeidsområde bidra til å redusere negative effektar av klimaendringar. Dette er ei utfordring som vedkjem alle avdelingane i NVE og vil bli arbeidd med i dei enkelte avdelingane. Direktør-møtet ønskjer i tillegg å opprette ei klimagruppe med representantar frå alle avdelingane som skal koordinere og halde oversikt over klimarelatert arbeid i NVE.

Varighet

Det pågår for tida ei rekkje FoU-prosjekt der effekten av klimaendringane på hydrologi blir studert. I hovudsak vil desse bli avslutta i 2010. Klimagruppa sitt arbeid skal pågå fram t.o.m. mai 2011. Mandatet blir revidert årleg.

Rapportering

Klimagruppa sitt kontaktledd mot DM er ei styringsgruppe som består av: Avd.dir. V/ Anne Britt Leifseth og avd.dir. H/ Morten Johnsrud. Gruppeleiar rapporterer til styringsgruppa.

Gruppeleiar

Hege Hisdal

Medlemene i gruppa

Frå H: Hege Hisdal og Kjetil Melvold

Frå V: Tharan Fergus og Turid Bakken Pedersen

Frå KT: Kjell Molkersrød og Roger Steen

Frå EM: Torodd Jensen

Frå KS: Hilde Harket

Frå AJ: Martin Brittain

Sekretær: Hanne Nordang Solum

Mål

Klimagruppa skal kartleggje og føreslå tiltak for å redusere negative konsekvensar av klimaendringar innan NVE sine ansvarsområde, av dette utarbeide ein strategi for tilpassing til klimaendringar innan NVE sine forvaltingsområde.

Avgrensing

Det er tre viktige hovudtema relatert til klimaendringar:

1. Reduksjon av CO2-utslepp
2. Omfanget av klimaendringane relatert til NVE sine fagområde
3. Tilpassing til klimaendringar

Klimagruppa vil fokusere på dei to siste, omfanget og konsekvensane av klimaendringane samt tilpassing til klimaendringar (NVE sine fagområde). Det første hovudtemaet vil ei eiga gruppe under EM arbeide med. I dei tilfella der det er naturleg å sjå på reduksjon av CO2-utslepp i samanheng med arbeidet i klimagruppa, vil også dette temaet bli aktuelt. Det er ikkje gruppa si oppgåve å utføre analysar.

Oppgåver

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

1. Kartleggje og sikre at NVE som forvaltings- og tilsynsstyresmakt forstår kva slags sannsynlege klimaendringseffektar som vil verke inn på NVE sine ansvarsområde og på kva måte.
2. Vurdere endringar i risiko for eige forvaltings- og tilsynsområde basert på oppdatert kunnskap om klimaendringar.
3. Samarbeide med og hente informasjon frå andre nasjonale og internasjonale fagmiljø og styremakter som arbeider med kva klimaendringane har å seie i forhold til NVE sine forvaltingsområde.
4. Kartleggje det regelverket NVE forvaltar, vurdere dette opp mot tilpassingsbehovet i samfunnet og komme med forslag til endringar av regelverket der det er nødvendig for å redusere negative konsekvensar av klimaendringar.
5. Halde ei oversikt over dei klimarelaterte aktivitetane etaten deltek i (liste opp FoU-prosjekt, utgreningar mv.), og løpende vurdere behov for vidare FoU-verksemnd relatert til klimaendringar.
6. Bidra til at NVE gjennom eigne aktivitetar har fokus på at samfunnet aukar robustheita i forhold til dei effektane klimaendringane kan gi.

7. Kartleggje behovet for å tilpasse eigen beredskap (og dersom relevant, til andre verksemder) for å ta omsyn til dei tileggsutfordringane klimaendringane kan gi innanfor NVE sine forvaltings- og tilsynsområde.

8. Utarbeide ein strategi for tilpassing til klimaendringar innan NVE sine forvaltungsområde. Strategien vil vere eit bidrag til klimatilpassingsstrategien til OED og regjeringa.

9. Vere referansegruppe for ulike pilotprosjekt relatert til tilpassing til klimaendringar. Det som er aktuelt no, er:

- a. Tilpassing til klimaendringar og damsikkerheit (i regi av KT/H)
- b. Tilpassing til klimaendringar og arealplanar (i regi av V/H)

2) Bidra til at NVE framstår som éin etat med einskapleg forvaltingspraksis i arbeidet med tilpassing til klimaendringar.

3) Lage ein plan for korleis ein kan informere om det klimarelaterte arbeidet i NVE (internt og eksternt).

Gruppa skal i tillegg bidra til regjeringa sitt arbeid med tilpassing til klimaendringar ved å gi innspel til den interdepartementale styringsgruppa gjennom OED og halde kontakten med sekretariatet leia av DSB.

Vedlegg 2 Definisjonar

Ord	Forklaring
Albedo	Albedo er eit mål på refleksjonen til ei flate eller ein lekam. Det er forholdet mellom reflektert elektromagnetisk stråling (solinnstråling) og innkommende stråling. Forholdet utgjer vanlegvis mellom 0 og 1 eller i prosent mellom 0 % og 100 %. Nysnø har høg albedo, 0,9, mens jordas gjennomsnittlege albedo er ca. 0,38.
Alluviale strekningar	Lausmassar av leire, sand og grus som er avsett i elvar eller vassdrag, i Noreg gjerne avsett etter siste istid.
Avrenning	Den delen av nedbøren som renn mot bekker eller elvar på overflata (overflateavrenning) eller via jorda og grunnen (interflow). Vanlege måleiningar er mm eller $l\cdot s^{-1} km^{-2}$.
Energiforsyning	I denne rapporten omfattar dette kraftforsyning med tillegg av fjernvarmeproduksjon og -distribusjon.
EU sitt flaum-direktiv	Direktivet (2007/60/EU) har som føremål å handtere den risikoene flaum representerer for menneske, miljø, kulturarv og økonomi med sikte på å redusere skadar ved flaum. Direktivet dekkjer alle variantar av flaum, også overfløyming frå sjø (stormflood). Direktivet stiller krav om risikokartlegging og ei nedbørfeltvis, heilskapleg planlegging av skadeførebyggjande tiltak.
EU sitt ramme-direktiv for vatn (Vassramme-direktivet)	Eit sentralt miljödirektiv i EU (2000/60/EU). Hovudmålet er å sikre god miljøtilstand (tilnærma naturtilstand) i vatn, både vassdrag, grunnvatn og kystvatn. Det blei innlemma i EØS-avtala i 2008. Direktivet skal sikre ei heilskapleg og økosystembasert forvalting av alt vatn i Europa.
Faresone	I denne rapporten brukt om eit areal der det er fare for skred eller flaum.
Fyringsgraddagar	Differansen mellom døgnmiddeltemperatur og ein terskelverdi på 17 °C. Dvs. at ein dag med døgnmiddeltemperatur på -10 °C vil bidra med eit fyringsgraddagstal på $17 - (-10) = 27$. Summen av fyringsgraddagar gjennom fyringssesongen er høgt korrelert med energibehovet knytt til bustadoppvarming.
Fyringssesongen	Den delen av året der bygningar treng oppvarming, definert som den delen av året då døgnmiddeltemperaturen er under 10 °C.
HRV/LRV	Står for Høgaste/Lågaste regulerte vasstand i eit magasin. HRV/LRV står i konsesjonsvilkåra.
Hydrologi	Vitskapen som omhandlar prosessane som fører til uttømming og oppfylling av vassressursane på jordas landområde, og som tek for seg dei ulike delane av det hydrologiske krinsløpet.
Hydrologisk krinsløp	Stadia vatnet går gjennom frå atmosfæren til jorda og tilbake til atmosfæren igjen: fordamping frå landjorda, elvar, innsjøar og hav, kondensasjon og skydanning, nedbør, akkumulering og transport av vatn i jorda, grunnvatn, elvar og innsjøar og igjen fordamping.
Kjølebatteri	Kjølebatteri blir brukt i samband med kjøling av ventilasjonsluft. Sjå TEK07 for energirammene.
Klima	Ei skildring av gjennomsnittsvêret på ein stad eller i eit større område. Klimaet kjem fram når enkeltobservasjonar blir arbeidd med statistisk etter internasjonale retningslinjer. Statistikken blir vanlegvis basert på ein 30-års serie.
Klimaendringar	Systematiske endringar i klimaet som kjem av ytre klimapådriv. Dei ytre påverknadene kan vere menneskeskapte, som f.eks. utslepp av drivhusgassar eller partiklar. Dei kan òg vere naturlege, slik som ved systematiske endringar i solinnstrålinga. Det framtidige klimaet vårt vil vere summen av naturlege og menneskeskapte endringar og klimavariasjonar.
Klimaframskrivningar	Blir òg ofte kalla klimaprojeksjonar eller klimascenario. Dette er framskrivingar av klimaet under gitte rammevilkår. Uttrykket er her relatert til menneskeskapte klimaendringar. Rammevilkåra blir då gitt i form av utsleppsscenario for klimagassar og partiklar. Usikkerheita knytt til klimaframskrivningar kjem av usikre rammevilkår, at naturlege klimaendringar kjem i tillegg, og at metodane for berekning er usikre.
Klimamodellar	Modellar som bereknar korleis klimaet har vore, er eller vil bli ved å bruke likningar som skildrar prosessane i klimasystemet.
Klimapådriv	Skildrar ein vedvarande forskjell mellom den energien som strålar inn mot jorda, og den energien som strålar ut mot verdsrommet. Pådrivet fører til at klimaet endrar seg mot ein ny balanse i innstrålt og utstrålt energi. Pådrivet blir redusert etter kvart som klimaet innstiller seg på den nye balansen.
Klimavariasjonar	Variasjonane skil seg frå klimaendringar ved at dei ikkje går systematisk éin veg. Dei er ofte av regional karakter, men kan òg opptre på global skala.
Klimavariablar	Storleikar som skildrar klimaet og kan målast. Eksempel er temperatur, nedbør, fukt, vindhastigheit og lufttrykk.

Ord	Forklaring
Korttidsnedbør	Nedbørssummar over periodar på opptil nokre timar.
Kraftforsyning	Produksjon, overføring og distribusjon av elektrisitet.
Kryosfære	Ordet kryosfære kjem frå det greske ordet kryos som tyder kald. Kryosfæren kan enkelt definerast som alt frose vatn og all frozen mark på overflata av jorda. Kryosfæren inkluderer sjøis, ferskvassis, snø, brear, frozen mark og permafrost.
Marin grense	Det høgaste nivået havet har stått på ein gitt stad etter siste isavsmelting.
Omsynssone	Omgrep brukt i plan- og bygningslova. Eit område med naturgitte eller andre eigenskapar som vi må ta omsyn til når vi fastset arealbruken. Dette kan til dømes vere eit område som er skred- eller flaumutsett.
Oseanografi	Studiet av havet.
Parameter	Kjem frå gresk para, ved sida av, og meter, måling), mat., blir òg omtalt som "variabel konstant". I dette ligg det at ein p. er ein variabel, men skal rekna som ein konstant i forhold til andre variablar i ei gitt samanheng. Eit eksempel er funksjonen $f(x) = 3x + t$, der både x og t er variable storleikar, men x er den eigentlege variabelen i funksjonen. Her er t parameter.
Persentil	p %-persentil: p prosent av observasjonar er under den gitte verdien. Eksempel: 10 %-persentilen: 10 % av observasjonane (her klimaframskrivngane) er mindre, 90 %-persentilen: 90 % av observasjonane er mindre, medianen er 50 %-persentilen: Halvparten av observasjonane er mindre.
Porevasstrykk	Trykket på vatnet i poreromma i lausmassar eller fjell.
Ravine	Ein liten dal, hovudsakleg danna som følgje av erosjon av bekker og mindre elvar.
Sarr	Sarr er iskrystallar danna av underkjølt vatn når straumfarten og turbulensen er for stor til statisk islegging. Sarr er dermed drivande eller oppsamlar nydanna is i form av enkeltkrystallar. Ofte samlar sarr seg i små kaker på overflata som driv med straumen. Desse kan stoppe mot ein iskant og byggje isdekket oppover elva, eller dukke under. Der det er svært turbulent, kan sarret feste seg på botnen og danne botnis.
Sårbarheit	Eit system si evne til å fungere når det blir utsett for ei uønskt hending, samt dei problema systemet får med å gjenoppta si verksamhet etter at hendinga har skjedd.
TEK97	Forskrift om krav til byggverk og produkt til byggverk, 1997.
TEK07	Forskrift om krav til byggverk og produkt til byggverk, 2007.
Tidsoppløysing	Ein måleserie (tidsserie) av ein klimavariabel eller hydrologisk variabel vil ha ei bestemd tidsoppløysing. Til dømes vil ein tidsserie med tidsoppløysing på eit år ha ein gjennomsnittsverdi per år. Er tidsoppløysinga på ein månad, vil det vere ein gjennomsnittsverdi per månad, og er tidsoppløysinga på eit døgn, vil det vere ein gjennomsnittsverdi per døgn.
Utsleppsfram-skrivningar	Framskrivningar av menneskeskapte utslepp av klimagassar og partiklar som verkar inn på klimaet. Desse byggjer på tru om demografisk, økonomisk og teknologisk utvikling.
Vassforvaltings-forskrifta	Forskrift av 15. desember 2006 nr. 1446. Forskrifta innlemmar EU sitt rammedirektiv for vatn i norsk rett. Forskrifta er fastsett av Olje- og energidepartementet og Miljøverndepartementet.
Vassføring	Vatnet som renn i ei elv eller ein bekk, definert som volumet av vatn som renn forbi eit tverrsnitt av ei elv per tidseining. Vanlege måleiningar er $m^3 s^{-1}$ eller $l s^{-1}$.
Vannekvivalent	Den mengd vatn ein får hvis ein smelter snøen
Vassekvivalenten til snøen	Den mengda vatn ein får dersom ein smeltar snøen.
Vannforvaltnings-forskrifta	Forskrift av 15. desember 2006 nr. 1446. Forskrifta innlemmar EU sitt rammedirektiv for vatn i norsk rett. Forskrifta er fastsett av Olje- og energidepartementet og Miljøverndepartementet.
Vassføring	Vatnet som renn i ei elv eller ein bekk, definert som volumet av vatn som renn forbi eit tverrsnitt av ei elv per tidseining. Vanlege måleiningar er $m^3 s^{-1}$ eller $l s^{-1}$.
Variabel	Ein eigenskap ved ei eining som kan målast, og som kan ha minst to verdiar. endringar vil ulike eigenskapar i hydrologien som kan målast (hydrologiske variablar), vere vassføring, grunnvassstand og markvassinhald

Vedlegg 3 Referansar, bilete og fotografar

Referansar

- 1 Hanssen-Bauer, I., H. Drange, E.J. Førland, L.A. Roald, K.Y.Børshheim, 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. Kjøllmoen, 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 endringar 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) Cliamte 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 Dyrrdal, 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 oh 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 - Estimater av framtidig havnivåstigning i norske kystkommuner, Revidert utgave (2009) Klimatilpasning 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, værpåkjenninger og forsyningssikkerhet. SINTEF Energiforskning AS
- 21 Klimatilpasning 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
- S 10 Styrregn i Gjøvik
Arne T. Hamarsland
- S 12 Flom i Åbjøra, Nord-Aurdal
Arne T. Hamarsland
- S 13 Oppsprukket jord
NVE
- S 17 Haustsnø Strynfjellet
Arne T. Hamarsland
- S 18 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 Haustlauv 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 29 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 55 Engabreen, Meløy
Arne T. Hamarsland

Vedlegg 4 Verkemiddel

Ulike statlege verkemiddel blir brukt for å setje i verk tiltak som fremjar eit bestemt føremål. Dei kan delast inn i juridiske, økonometiske, politiske, informative eller avtalebaserte verkemiddel. Ofte vil ei rekkje ulike verkemiddel spele saman, slik at staten oppnår ønskt effekt og styring av åtferd.

Normative verkemiddel

Normative verkemiddel er statens måte å regulere samfunnet på direkte gjennom lover, forskrifter og vedtak. Normativ regulering er den einaste måten staten rettsleg kan forplikte ulike aktørar, blant anna kommunar, fylkeskommunar, tiltakshavarar, hus- og bileigarar og organisasjonar, utan at dei sjølv uttrykkeleg har godteke forpliktinga (slik dei gjer gjennom avtalar).

Det staten ønskjer skal vere rettsleg bindande, må vere fastsett i eller i medhald av lov eller forskrift. Det kan også finnast reglar på ulovfesta grunnlag, som følge av praksisen i domstolane eller på grunnlag av sedvane.

Normative verkemiddel består i sin enkleste form av rettar eller plikter som kan handhevast for domstolane. Ein rett kan vere ein einerett eller tilkomme fleire. Retten kan gå ut på fritak frå ei plikt. Ei plikt kan vere eit forbod eller eit påbod. Innhaldet i retten eller plikta kan variere. For både rettar og plikter kan det variere kven som er subjekt for regelen – kven som har retten eller er forplikta. Det kan vere både individ og offentlege organ og instansar.

Normative verkemiddel kan vere til dømes å oppgi omsynsreglar og setje tolegrensar for akseptabel belasting, oppgi tekniske spesifikasjonar og krav eller fastsetje prosessreglar for korleis ulike handlingar skal avklarast. Eit forbod mot bestemde handlingar, aktivitetar eller tiltak må vere skildra i lov eller forskrift for å vere rettsleg bindande, jf. legalitetsprinsippet. Prinsippet inneber at den utøvande makta aldri kan gripe inn eller dømme borgarane i landet utan å ha heimel til dette i dei gjeldande rettsreg-

lane. Dette blir kalla for "negativ avgrensing". Innbyggjarane nyt derimot godt av "positiv avgrensing", det vil seie at dei kan gjere det dei vil, så lenge det ikkje bryt med gjeldande rettsreglar.

I forvaltingsretten finn vi ei mengd generelle forbods- og påbodsreglar. Det kan vere plikt til å melde frå til styresmaktene om bestemte forhold, innrapportere tal og data eller plikt til å følgje visse krav som er stilt til dømes damsikkerheit. Vidare kan det vere forbod mot å setje i verk ulike typar verksemder utan konsesjon. Mange forvaltingsrettslege forbod og påbod er stadig i endring for å halde tritt med den teknologiske og samfunnsmessige utviklinga.

Kva for motiv den enkelte aktøren har for å etterleve regelen, kan variere. I enkelte situasjonar kan det framstå som lite meiningsfylt å følgje ein pliktregel når ein ikkje skjønar kvifor ein må gjere det. I regelverket kan dette gi opphav til føresegner som gjer føremåla og verdiane bak dei enkelte reglane synlege. Manglande etterleving fører til at ein treng visse handhevingsreglar. Det kan dreie seg om reglar om kontroll og tilsyn, og om ansvar for eller sanksjonar mot manglande etterleving, i tillegg til reglar som gjer det mogleg for interesserte å få dom for etterleving, eller som utløyser ei form for ansvar eller sanksjonar.

Det er lite hensiktsmessig å vedta alle forbod og påbod ved formell lov. Det er difor berre dei mest sentrale forboda og påboda som blir regulerte ved lov. I tillegg har forvaltinga fullmakt til å lage nærmare føresegner, til dømes i enkeltvedtak (løyver, konseksjonar) eller i form av forskrifter.

Når det gjeld korleis denne typen forbod og påbod blir handheva, har forvaltinga ofte funne det nødvendig å opprette spesielle kontrollordningar. Dette kan vere miljøtilsynet i NVE eller eit anna tilsyn NVE utfører for å kontrollere til dømes at nettselskapa overheld sine regelfesta plikter. Det kan vere naturleg i denne samanhengen å sjå på kapasiteten og korleis styresmaktene i kvar enkelt sektor handterer sine tilsynsordningar. I mange tilfelle vil ei tilsynsordning som er effektiv (både i forhold til metodikk og kapasitet) og samordna innanfor ein samfunnssektor, vere eit godt verkemiddel for å oppnå ønskt åtferd.

Det finst òg tilfelle der staten ønskjer å handheve dei generelle forboda og påboda ved hjelp av individuelle påbod og forbod. Tiltakshavaren blir då pålagd å rette opp eit ulovleg tiltak for at tiltaket skal bli lovleg.

Når styresmaktene ønskjer å vurdere eit tilfelle særskilt, kan dei vedta eit generelt forbod som kan fråvikast ved individuelle løyve. Eit eksempel er vassdragslovgivinga. Vassressurslova § 8 stiller opp eit generelt forbod mot å setje i verk tiltak som kan føre til nemneverdig skade eller ulempe for allmenne interesser, utan at det skjer i medhald av reglane i § 12 eller § 15, eller med konsesjon frå vassdragsstyremakta. Desse reglane blir ofte kalla for "spegelvende reglar".

Det tyder at det som i utgangspunktet er forbode, kan tillatast dersom ein har løyve frå styresmaktene. Det er ofte slik at ein faktisk ønskjer ei slik åtferd, men styresmaktene vil ha kontroll med kven og på kva måte utøvarar av slik verksemnd opererer. I mange tilfelle blir det sett konkrete vilkår for løyve. Det kan vere avbøtande tiltak eller ulike former for kompensasjon til dei det gjeld. Det finst òg ulempar ved slike konsejsjonsordningar. Forvaltinga må treffe mange avgjersler og aktørane må halde seg til mange ulike skjema. Det kan på enkelte område vere føremålstenleg å avskaffe konsesjonsordningar og erstatte desse med generelle reglar mellom anna med plikt til å melde frå om enkelte typar disposisjonar eller inngrep. Å velje generelle reglar vil òg kunne vere ei fornuftig løysing der forvaltingspraksis har etablert seg over tid ved ei føregåande konsesjonsordning.

Dersom det er vanskeleg eintydig å føre opp i ei generell føresegna kva som skal vere tillate eller forbode, kan eit alternativ vere å gi den generelle regelen form av ein meir skjønsmessig standard der innhaldet lettare kan tilpassast omstenda i kvar enkelt sak. Dette gjeld til dømes generelle aktsemndskrav eller omsynsreglar som rettar seg mot ulike typar verksemnd.

Staten kan også styre åtferd gjennom dei ulike sektorstyremaktene på ein slik måte at alle omsyn blir tekne vare på. Ulike sektorstyremakter har etter den nye plan- og bygningslova motsegsstyremakt overfor planar etter § 5-4, første ledd (myndighet til å fremme innsigelse til planforslag). Vidare vil staten kunne styre åtferd ved å vedta statlege planretningslinjer i medhald av plan- og bygningslova § 6-2 (statlege planretningslinjer).

Dei normative verkemidla har det til felles at dei øver innverknad ved å påleggje plikter som blir handheva ved at lovbroter blir følgde av straff eller andre negative sanksjonar.

Økonomiske verkemiddel

Staten har erfart at ein i gitte tilfelle oppnår meir ved å påskjøne ønskt åtferd enn ved å straffe uønskt åtferd. Det har i stadig større grad blitt lagt til rette for ulike støtteordningar som skal endre folks åtferd. Staten kan stimulere åtferda gjennom å løyve midlar, anten over statsbudsjettet eller gjennom tilskotsordningar. Tilskotsordningane blir som regel forvalta av sektorstyremaktene. Både storleiken på tilskots-potten totalt sett, kor mykje kvar enkelt aktør kan få, og godkjeninga av føremålet med tilskotet vil avgjere om føremålet blir oppnådd. Støtta blir ofte gitt som reine bidrag eller billege lån i tilegg til ei viss form for eigeninnsats ("eigendel"). Ein kan også tenkje seg andre økonomiske verkemiddel som er av den meir indirekte typen, til dømes skatte- og avgiftslette for ønskt åtferd. Økonomiske verkemiddel vil i enkelte tilfelle vere enkelt for staten å administrere, men også i desse tilfellene bør ein gjennomføre kontrollar. Dette gjeld både innhald i søknader om støtte og å følgje opp at insentiva blir brukt slik dei er meint å skulle brukast.

Forskings- og utviklingsmidlar (FoU) kan vere ein hensiktsmessig måte å leggje til rette for ønskt framtidig åtferd på. FoU-prosjekt kan stimulere til utvikling av nye metodar som gjer det enklare å styre åtferda til ulike aktørar i den retninga staten ønskjer. Det kan vere utvikling eller forsking på ny teknologi som kan føre til at tiltak og åtferd hos ulike aktørar går i den retninga staten ønskjer. Det kan i tillegg bidra til at avgjerslegrunnlaget til styremaktene blir betre, noko som igjen kan leggje til rette for at utviklinga går i den ønskete retninga.

I tillegg til at økonomiske verkemiddel gir styremaktene ei direkte utgift, er det viktig å merkje seg kva for avgrensingar eit økonomisk verkemiddel har. Rettferdsomsyn kan vere ei avgrensing for dei økonomiske verkemidla dersom dei skapar og/eller underbygger ei forskjellshandsaming, sjølv om forskjells-handsaminga er tilskjuta. Dei økonomiske tiltaka kan då lett bli utsette for kritikk. Dessutan kan økonomisk støtte som statleg påskjøning føre til konflikt med EU-tilpassinga. EØS-avtalas artikkel 61, første ledd, forbyr i utgangspunktet alle former for statsstøtte som vrir eller truer med å vri konkurransen. Det finst unntak frå dette kravet i EØS-avtala, men det vil ikkje bli handsama i dette dokumentet.

Politiske signal

Staten kan uttrykkje ønskjer og mål gjennom statlege dokument som f.eks. stortingsmeldingar, stortingsproposisjonar, ulike politiske planar, strategiar og statlege rundskriv.

Ein stortingsmelding (St.meld.) er ein rapport frå regjeringa til Stortinget som omhandlar eit politisk område med evaluering av gjennomført politikk eller planar om framtidig politikk. Stortingsmeldingar blir teke i bruk når regjeringa vil presentere saker for Stortinget utan at dei er knytte til forslag til lov- eller plenarvedtak. Stortingsmeldingar har ofte karakter av å vere ein rapport til Stortinget om arbeid som er gjort på eit spesielt felt, eller om drøfting av framtidig politikk. Meldingane, og handsaminga i Stortinget, dannar ofte grunnlaget for ein seinare stortingsproposisjon.

Ein stortingsproposisjon (St.prp.) blir brukt når regjeringa ber Stortinget om å gjere vedtak som ikkje er lovvedtak. Det kan gjelde forslag knytte til statsbudsjettet eller andre forslag til vedtak. Stortingsproposisjonar blir handsama av eit samla Storting.

Statlege rundskriv er orienteringar frå departementa til aktuelle forvaltingsorgan om tolkingar av lover og forskrifter.

Avtalte forpliktningar

Styresmaktene kan òg forhandle med personar eller organisasjonar som dei ønskjer å påverke i ei bestemt retning. Styresmaktene vil ofte måtte bidra med økonomisk støtte eller andre godar som motparten ønskjer, under slike forhandlingar. Avtaler kan også komme i stand i samband med at styresmaktene signaliserer at dei vil føreslå eit forbod mot ei bestemd handling eller ein bestemd veremåte dersom ein uønskt situasjon ikkje opphører. Det å bruke avtaler har sine svakheiter. Mellom anna kan spesielt sterke partar oppnå ein fordel som andre aktørar ikkje får. Det kan likevel vere ein fordel å få til avtaler som på ein frivillig måte løysar vanskelege problem. Dette er fordi avtaler ofte blir opplevd som meir omsynsfullt overfor den private parten. Det at staten gjer eigne avtaler med til dømes bransjeorganisasjonar, aktørar eller tiltakshavarar, kan bidra til at staten oppnår dei ønskjer og mål han har sett seg. Avtaler med organisjonar kan vere eit nyttig verkemiddel når ein skal nå mange aktørar på ein gong. Denne typen verkemiddel blir ofte vurdert i samanheng med andre verkemiddel, til dømes økonomiske og normative.

Informasjon, rådgiving og opplysingar

Informasjon frå styresmaktene vil i mange sammenhengar vere eit nødvendig verkemiddel for å påverke utviklinga i retning av den ønskte åtferda. Informasjon er eit viktig verkemiddel når staten ønskjer å formidle vedtaka sine og gi uttrykk for standpunkt i forvaltinga. Informasjon kan også brukast som eit

sjølvstendig verkemiddel der styresmaktene ønskjer å motvirke uønskt åtferd ved å informere om at ho kan vere skadeleg eller farleg. Informasjon kan også brukast for å framheve den ønskte åtferda. Informasjon som verkemiddel kan ha avgrensa effekt dersom han ikkje blir supplert med andre verkemiddel.

Informasjon som verkemiddel kan mellom anna skje ved å bruke rettleiarar, sakhandsamingsprosessar og fortolking av forskrifter og lover (normative verkemiddel). Ein annan måte å bruke informasjon som verkemiddel på kan vere å halde informasjonsmøte for bransjeorganisasjonar, aktørar eller andre aktuelle fora, slik at ein oppnår ønskt åtferd. Statlege styresmakter vil også i enkelte tilfelle bidra med rådgiving om til dømes kva som blir kravd i ein søknad om konvensjon.

Flaumsonekart, kart over rasutsette område og regionale kraftsystemutgreiingar er viktige informasjonsverkemiddel som blir forvalta av NVE. Desse gir ikkje bindande krav til handlingar, men er likevel nyttige hjelpemiddel på desse områda.

Fleire av verkemidla som er nemnde i dette kapittelet, vil etter NVE sitt syn vere eigna til å styre åtferda til innbyggjarane både åleine og i samspel med kvarandre også i eit endra framtidig klima. Dei aller fleste av verkemidla NVE tek i bruk, baserer seg på normative verkemiddel 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 Håvard Hamnaberg (red.): Tilgangen til fornybar energi i Norge - et innspill til Klimakur 2020 (30 s.)
- Nr. 3 Håvard Hamnaberg (red.): Klimagassutslipp fra fjernvarme: Tiltak og virkemidler -et innspill til Klimakur 2020 (30 s.)
- Nr. 4 Karen Byskov Lindberg (red.): Tiltak og virkemidler for redusert utsipp av klimagasser fra norske bygninger -et innspill til Klimakur 2020 (120 s.)
- Nr. 5 Svein Olav Arnesen, Jan Henning L`Abée-Lund, Anne Rogstad (red.): Årsrapport for tilsyn 2009 (30 s.)
- Nr. 6 Roger Steen, Håvard Hamnaberg, Arne Hamarsland, Svein Olav Arnesen, Cartsten Stig Jensen, Ingvild Vaggen Malvik, Kjell Molkersrød, Jan Sørensen (red.): Klimautfordringer i kraftsektoren frem mot 2100. Sammendragsrapport (13 s.)
- Nr. 7 Thomas Skaugen (red.) Norges hydrologiske stasjonsnett –analyse og strategi (56 s.)
- Nr. 8 Anders Aarøe Mømb, Helena Nynäs, Tharan Fergus: 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.) Avbrotsstatistikk 2009 (110 s.)
- Nr. 14 Tor Arnt Johnsen (red.): Kvartalsrapport for kraftmarkedet. 2. kvartal 2010 (71 s.)
- Nr. 15 Arne Hamarsland (red.): Klimatilpasning innen NVEs ansvarsområder – Strategi 2010 - 2014 (68 s.)
- Nr. 16 Tor Arnt Johnsen (red.): Kvartalsrapport for kraftmarkedet 3. kvartal 2010
- Nr. 17 Sissel Riibe, Henning Weyergang-Nielsen: Kraftoverføringens kulturminner (382 s.)
- Nr. 18 Kristin Skei: Erosjonssikringstiltak i Gaula. Kartlegging av tilstand og reparasjonsbehov (283 s.)
- Nr. 19 Arne Hamarsland (red.): Klimatilpasning innan ansvarsområda til NVE – Strategi 2010 - 2014 (68 s.)



Noregs
vassdrags- og
energidirektorat

Noregs vassdrags- og energidirektorat

Middelthunsgate 29
Postboks 5091 Majorstuen,
0301 Oslo

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